REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Consejo Nacional de Higiene

Sección de Salubridad, Saneamiento y Obras Públicas

INFORME

SOBRE EL

PROYECTO DE "CANAL ZABALA"

(aprovisionamiento de agua para la ciudad de Montevideo)

PRESENTADO POR EL

Dr. JAIME H. OLIVER
Miembro del Consejo y Profesor de la Facultad de Medicina

Aprobado por la Corporación en sesión de 9 de Junio de 1908.

MONTEVIDEO

Imp. "El Siglo Ilustrado", de Mariño y Caballero

23 — CALLE 18 DE JULIO — 23

1908

REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Consejo Nacional de Higiene

Sección de Salubridad, Saneamiento
y Obras Públicas

INFORME

SOBRE EL

PROYECTO DE "CANAL ZABALA"

(aprovisionamiento de agua para la ciudad de Montevideo)

PRESENTADO POR EL

Dr. JAIME H. OLIVER
Miembro del Consejo y Profesor de la Facultad
de Medicina

Aprobado por la Corporación en
sesión de 9 de Junio de 1908.

MONTEVIDEO

Imp. "El Siglo Ilustrado", de Mariño y Caballero
23 — CALLE 18 DE JULIO — 23
1908

Informe sobre el proyecto del "Canal Zabala", remitido por la Honorable Cámara de Representantes

CONSEJO NACIONAL DE HIGIENE

SECCIÓN SANEAMIENTO, SALUBRIDAD
Y
OBRAS PÚBLICAS

SUMARIO

Montevideo, 25 de mayo de 1908.

Señor Presidente:

Tengo el honor de elevar á su conocimiento el Informe encomendado á esta Sección, relativo á la propuesta de construcción del «Cana

Zabala», y remitido de la Honorable Cámara de Representantes por intermedio del Ministerio de Obras Públicas.

Debo recordar aquí, que esta Sección, teniendo necesidad de ciertos datos relativos á la composición del agua del río de Santa Lucía, en el paraje donde se proyecta construir la represa del Canal, así como en el punto de captación de la actual Empresa de Aguas Corrientes que surte á la ciudad, solicitó en fecha 14 de enero de este año, que el Consejo ordenara á los interesados presentaran el análisis correspondiente practicado por los Laboratorios Químico y Bacteriológico de la Junta Económico-Administrativa de la Capital.

Posteriormente, con fecha 20 de enero de este año, esta misma Sección solicitó del Consejo quisiera pedir por intermedio del Ministerio del Interior, todos los antecedentes relativos á esta y anteriores propuestas de suministro de aguas á la ciudad de Montevideo, por los mismos empresarios del «Canal Zabala»; así como también los datos indicados en un cuestionario, dirigido á la «Montevideo Waterworks Company».—Estos documentos que se adjuntan á este Informe, fueron recién recibidos por esta Sección: en fecha 14 de marzo próximo pasado los correspondientes á la Compañía de Aguas Corrientes, y en los últimos días de marzo los análisis de los Laboratorios Municipales. En cuanto á los antecedentes de las otras propuestas de los concesionarios del «Canal Zabala», llegaron á poder del que suscribe recién el día 9 de abril próximo pasado. Además, el último análisis hecho á nuestro pedido por el Laboratorio Bacteriológico, y que acompañamos á este Informe, nos fué entregado hace apenas pocos días.

Esta Sección ha creído necesario entrar en estas explicaciones, á fin de demostrar que no es á ella imputable el plazo transcurrido hasta la presentación de este Informe, que ha necesitado, por otra parte, largos y meditados estudios, en relación con la importancia trascendental de las cuestiones relacionadas con la Higiene Pública que abarca el proyecto del «Canal Zabala».

Exposición del asunto.—En octubre de 1906, el señor José M.ª Carrera presentó al Ministerio de Fomento una propuesta de construcción del «Canal Zabala», la cual, con fecha 23 de octubre de ese mismo año y acompañada de un Mensaje del Poder Ejecutivo, fué elevada al Honorable Cuerpo Legislativo, pasando en seguida á estudio de la Honorable Cámara de Representantes, cuya Comisión de Fomento informó favorablemente en junio de 1907; después de una larga discusión, la Honorable Cámara resolvió que se recabara informes de las Juntas departamentales, del Departamento Nacional de Ingenieros y del Consejo Nacional de Higiene.

La propuesta del señor Carrera establece: en su artículo 1.º, que el Canal será de riego, navegación, fuerza motriz y suministro de aguas corrientes; en su *artículo 23*, que «el Estado tomará al Canal para servicios domiciliarios, limpieza de cloacas (proyecto de Guerard en ejecución), baños públicos, lavaderos, á inmediaciones de los actuales depósitos de aguas corrientes en La Paz, y á una cota no menor de 55 metros sobre el nivel del mar, un mínimum de 60,000 metros cúbicos diarios de agua, ó sean 21:900,000 al año, al precio de pesos 0.005 el metro cúbico»; en su *artículo 26*, que este compromiso de toma de agua del Canal, al igual de otros, durará cuarenta años á contar desde el momento en que la Empresa se encuentre en condiciones de suministrar la energía eléctrica y el agua al Estado; el agua necesaria para las necesidades de la navegación, riego y suministro á la ciudad será proporcionada por el río de Santa Lucía, al través de cuyo curso, y en el paraje denominado «Picada de Almeida», se construirá un dique ó represa, capaz de producir un embalse de agua de una capacidad de 190:000,000 de metros cúbicos; por el *artículo 6.º* se establece que «en el aprovechamiento de las aguas públicas concedidas, se observe rigurosamente el siguiente orden de prelación: 1.º Abastecimiento de poblaciones (Empresa de Aguas Corrientes); 2.º Fuerza hidráulica y eléctrica; 3.º Riegos; 4.º Canales de navegación; 5.º Abastecimiento de ferrocarriles; 6.º Molinos y otras fábricas; 7.º Estanques para viveros y criaderos de peces; y por último, según el *artículo 8.*, á los ocho meses de promulgada la ley, «los concesionarios someterán á la aprobación del Poder Ejecutivo los planos para la ejecución de los trabajos con su memoria descriptiva».

Tales son los artículos del proyecto que tienen relación con las atribuciones que por su ley de creación tiene el Consejo Nacional de Higiene, y sobre los cuales se ha solicitado su opinión científica.

Dos son las cuestiones que encierra este proyecto: una relativa á la higiene de la construcción y funcionamiento del Canal; y la otra con relación á la provisión de agua á la ciudad Montevideo, para usos domiciliarios y públicos.

Estudiaremos estas dos cuestiones, de importancia muy diferente, en el orden establecido.

Primera cuestión

HIGIENE DE LA CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL CANAL

Esta cuestión, de importancia relativa, debe ser tratada en una forma general.

Era corriente en la época en que estaba en boga la *teoría telúrica* de Pettenkofer y de la Escuela de Munich, sobre la influencia de los terrenos en el génesis de las enfermedades epidémicas, atribuir á los grandes movimientos de tierras, como la construcción de canales, túneles, etc., el desarrollo de epidemias de cólera, disentería, tifoidea, fiebres palustres y otras. En la actualidad, los casos citados en apoyo de aquella doctrina, tienen una más perfecta explicación por el rol que juega el agua como vehículo de los gérmenes causantes de esas enfermedades, y el papel importante que ciertos insectos, como los mosquitos, desempeñan como intermediarios en la propagación de ciertas enfermedades, como el paludismo y la fiebre amarilla, por ejemplo. Y es que en efecto, los grandes movimientos de tierras favorecen el estancamiento de las aguas de lluvia, que infectadas por gérmenes patógenos, propagan las enfermedades, ya sea porque son usadas como bebidas, ó porque infectan, por infiltración al través del suelo, los pozos ó depósitos de agua destinados á la alimentación; ya también favoreciendo el desarrollo de larvas de mosquitos.

Esta nueva *teoría hídrica*, opuesta á la *telúrica*, cuenta, hoy en día, con el mayor número de adeptos; y considera al suelo como un medio transitorio para el desarrollo de gérmenes patógenos, que sólo pueden llegar hasta el organismo humano por medio de la vehiculización hídrica. Aunque muchos hechos quedarían sin explicar por esta *teoría hídrica*, en la práctica es la que debemos tener en cuenta, puesto que los casos citados por autores modernos, de epidemias desarrolladas á consecuencia del establecimiento de cloacas, ó de canalizaciones de agua, (1) no tienen aún una franca explicación, ni pueden ser previstas ó evitadas por medio de reglas higiénicas especiales.

En efecto: grandes trabajos de tierras, aún en terrenos profundamente infectados, han podido ser realizados, sin que se produzcan entre el personal empleado, las terribles epidemias que se citan de épocas pasadas, á pesar de no haberse tomado otras precauciones que las de higiene general. Por todos lados está citada la observación de

---

(1) J. ARNOULD: Élements d'Hygiene, 5e edition. París, 1907, pág. 42.

Brouardel y Du Mesnil [2] relativa al traslado de los 90,000 cadáveres inhumados en el «Cimetière des Innocents» durante treinta años, conjuntamente con la capa de ocho ó diez pies de tierra en que estaban depositados, sin que se produjera ninguna modificación en el estado de la salud pública. Es que, como dice E. Bonjean, [3] «no hay epidemias estrictamente telúricas, y si en ciertos casos el suelo parece jugar un rol importante, es porque los residuos virulentos de los sujetos infectados, son arrojados virulentos al suelo, y son vehiculizados de nuevo hasta el organismo humano por los alimentos ensuciados, las aguas de alimentación impuras, los vegetales crudos, los insectos.»

Por lo tanto, *como regla higiénica general*, durante la construcción del Canal deberán disponerse los trabajos de manera á dar fácil circulación á las aguas de lluvia, ó de las que broten de las capas de los terrenos cortados por los desmontes, á fin de evitar su estancamiento. Las mismas precauciones deberán tomarse con las porciones ya excavadas del Canal, que deberán tener un desagüe provisorio, hasta tanto no funcione todo el Canal.

Del estudio de los planos resulta que, en el cruce de los arroyos, cañadas, etc., el Canal ocupará un nivel más elevado que el de esas corrientes, estableciéndose al efecto, puentes y alcantarillas sobre los cuales correrá el Canal. Ahora bien: á los efectos de la regla general antes formulada, esos puentes y alcantarillas no deben modificar el curso natural de esas corrientes de agua, y su luz debe ser suficiente para dar salida fácil á las aguas, aún en las épocas de las lluvias, sin producir el estancamiento de ellas en la vecindad de los terraplenes que soporten el Canal. Este punto debe ser estudiado por las oficinas técnicas, por no ser de la competencia de esta Sección.

Otra regla general á tenerse en cuenta, es la relativa á la provisión de *aguas salubres* para los usos de alimentación y de higiene corporal del personal empleado en los trabajos del Canal, á fin de evitar el desarrollo de enfermedades frecuentes en las aglomeraciones humanas lejos de los centros de población, como la fiebre tifoidea, por ejemplo.

En resumen, durante la construcción del Canal, y durante su funcionamiento, deberán evitarse los estancamientos de aguas, disponiendo las tierras sacadas de las excavaciones, los terraplenes, los puentes y alcantarillas, de manera que no modifiquen ó impidan el curso de

---

(2) P. BROUARDEL et DU MESNIL: Recueil des travaux du Comité Consultif d'hygiene publique de France. T. XXII.

(3) E. BONJEAN: Le sol et l'eau. Fascículo II del Traité d'Hygiene par P. Brouardel et E. Mosny, 1906.

las corrientes de aguas naturales, y faciliten el desagüe de las de lluvia ó de filtración de los terrenos. Además, deberá proveerse, en todo tiempo, al personal empleado en las construcciones, de agua salubre en cantidad suficiente á las necesidades de la alimentación y de la higiene corporal.

Segunda cuestión

APROVISIONAMIENTO DE AGUA Á LA CIUDAD DE MONTEVIDEO, PARA USOS DOMICILIARIOS Y PÚBLICOS

Hemos visto que según el *artículo 23* de la propuesta del señor Carrera, el Estado deberá tomar al Canal para uso de la ciudad de Montevideo, un mínimum de 60,000 metros cúbicos diarios de agua, al precio de 5 milésimos el metro cúbico.

Esta parte de la propuesta, encierra en sí un problema de la más alta importancia en la higiene de las poblaciones. Es que en efecto, el suministro de agua junto con las obras de saneamiento, y el alejamiento de los residuos domiciliarios, forman el trípode higiénico de la salubrificación de las ciudades. El *problema del agua*, interesa por igual á los Poderes públicos, á las autoridades sanitarias y á los habitantes. No hay ninguna cuestión de higiene pública que, como esta, haya motivado más estudios, ni haya preocupado más á los higienistas y á los Poderes públicos. El *problema del agua* ha salido de las corporaciones científicas, de los laboratorios de estudio, para subir á la tribuna de los Parlamentos, y para ocupar la atención de la prensa política. Es una cuestión á la vez científica y popular; y más de una vez en Francia, en Alemania y en Italia ha llegado á apasionar á la opinión pública, manifestada, á veces, en mitines, y aún en actos de protestas violentas, cuando el pueblo ha creído ver violados sus derechos á un *agua salubre*, que es el derecho á la salud. (4)

---

(4) Véase E. A. Martel.—Le eaux alimentaires de París. «L'Ingegneria Sanitaire» de 1895 y 1901, se ocupa de las protestas que levantaron los proyectos de captación de ciertas fuentes de las montañas, para el abastecimiento de las ciudades, y los mitines realizados en los pueblos de esos parajes que temían quedarse sin *su* agua. El profesor Intze, recuerda que algunas poblaciones de las montañas se han levantado en armas contra las Compañías que extraen agua subterránea por pozos profundos, y han destruído las instalaciones de bombas, á causa de que esa captación había secado las fuentes de que se surtían esas pequeñas poblaciones,

Los peligros que para los habitantes y para el Estado representa el uso de un agua mala, capaz de producir el desarrollo de terribles epidemias, que, como la del cólera en Hamburgo en 1892 produjo millares de víctimas y muchos millones de marcos de gastos y perjuicios en sus industrias y comercio, explican suficientemente los sacrificios que los Estados se han impuesto para el estudio y la resolución del problema de dotar á las ciudades de aguas salubres, abundantes y baratas. La provisión de agua salubre á las ciudades, es una cuestión á la vez higiénica y económica, pues al número de vidas que se ahorra por la disminución de la mortalidad en las enfermedades de origen hídrico, debe agregarse la disminución de la mortalidad general, lo que equivale al mejoramiento de la salud pública, al aumento de la capacidad productiva en el trabajo de los habitantes, y á la disminución de los gastos municipales é individuales en la profilaxia general contra las enfermedades epidémicas.

Nunca mejor aplicado que á la cuestión del *agua salubre*, el viejo aforismo higiénico de que *salus populi suprema lex est.*

ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA CARRERA

El señor Carrera, que por ley de 19 de junio de 1890 había sido autorizado para construir un canal de riego y navegación, que partiendo del Paso de las Toscas del río Santa Lucía, desembocara en la bahía de Montevideo, se presentó en mayo de 1891 al Gobierno proponiendo una ampliación á la concesión del «Canal Zabala», consistente en el suministro al Estado de agua tomada de un embalse del río Santa Lucía, á construirse en el Paso de las Toscas y de ocho millones de metros cúbicos de capacidad; cuya agua sería conducida por un acueducto subterráneo, con torres de ventilación y limpieza, y entregada al Estado en depósitos cubiertos, situados en el Cerrito de la Victoria; de estos depósitos el Estado tomaría un mínimum de 6,000 metros cúbicos diarios al precio de 15 centésimos el metro cúbico. Esta agua sería utilizada por la Junta Económico-Administrativa para hacer el servicio público y domiciliario de la ciudad de Montevideo, por cañerías establecidas á su costo.

Posteriormente, en julio de 1894, estando aún sin resolución la anterior propuesta, el señor Carrera ofreció surtir á Montevideo de agua potable por cuenta de la empreza del «Canal Zabala», sobre la base del consumo obligatorio y el pago del impuesto proporcional al valor de la contribución inmobiliaria. Esta última propuesta, si bien recibió la aprobación de la Junta Económico-Administrativa de la Capital, no llegó á tener sanción legislativa.

Tanto la propuesta de 1891, como la de 1894, fueron objeto de nu-

merosos informes de diferentes corporaciones, como el Departamento Nacional de Ingenieros, el Consejo de Higiene Pública anterior al actual, la Dirección de Salubridad, los Ingenieros departamental y municipal, el Médico municipal, y los Laboratorios de análisis municipales. En esos informes se encuentran datos que tienen importancia respecto al río Santa Lucía y la calidad de sus aguas, y que tienen aplicación, en cierta manera, á la novísima propuesta que estudiamos. Por eso hemos querido recordar estos antecedentes, para hacer comprensible lo que podamos referirnos á los informes citados.

La actual propuesta, de 1906, se parece en algo á la de 1891, en el hecho de que entrega al Estado el agua, para que éste la distribuya y la venda á la población, en la forma que lo crea conveniente. Pero se diferencia en que, en la de 1891, el agua se tomaba directamente del embalse, se conducía por un acueducto especial, y se recogía en grandes depósitos en el Cerrito de la Victoria, mientras que ahora (1906), más simplemente, el Estado tomará el agua directamente del Canal, á la altura de La Paz.

Consideraciones previas.—El *artículo 23* de la propuesta Carrera, dice que, el Estado tomará al Canal para servicios domiciliarios, limpieza de cloacas, baños públicos y lavaderos, la cantidad de 60.000 metros cúbicos de agua diarios al precio de 5 milésimos el metro cúbico. Por *servicios domiciliarios* debe entenderse *usos domiciliarios*, en los que está comprendido el uso del agua para la alimentación, puesto que en la memoria que se acompaña á la propuesta, y en la página 18, dice: «... podría tomarse el agua para el servicio de la población en ese punto, directamente del Canal, sometiéndola á esmerada filtración.»

Conviene dejar establecido desde ya, que según el mismo proponente, el agua que ofrece al Estado para uso de la ciudad de Montevideo, no será apta á tal objeto, sino después de una «*esmerada filtración*».

Decimos esto, porque el Poder Ejecutivo parece haber entendido otra cosa; pues en el Mensaje dirigido á la H. Asamblea General se dice, que la Empresa del Canal ofrece entregar al Estado «*el agua potable á razón de pesos 0.005 el metro cúbico.*»

Hecha esta aclaración, tenemos que considerar las ventajas é inconvenientes que presenta esta propuesta de suministro de agua á la ciudad de Montevideo, á la luz de las múltiples condiciones que la higiene pública moderna exige á un servicio de esta naturaleza.

Pero, Montevideo no es una ciudad que esté desprovista del servicio de aguas corrientes para los usos domiciliarios, municipales é in-

dustriales, puesto que desde el año 1867 goza de las ventajas de un servicio de esta clase, por intermedio de la «Montevideo Waterworks Company», que toma el agua del río de Santa Lucía.

El primer punto que debe estudiarse, pues, es si la ciudad de Montevideo *necesita de un nuevo servicio de aguas corrientes.* En efecto si es que la capital tiene un servicio de agua buena, abundante como para llenar las necesidades del presente y de un futuro lejano, aún cuando hubiera que aumentar las instalaciones, y por último si esa agua se da en condiciones económicas de precio, el Estado no tiene por qué aceptar otra propuesta, que exige de él pesos 109,500 al año por un agua que habrá que purificar y distribuir, y que por lo tanto exigirá un capital de más de cuatro millones de pesos, en las instalaciones de purificación y de distribución, y además, los gastos crecidos de la explotación del servicio.

El modo de pensar sería diferente, se se tratara de una propuesta hecha á costo y riesgo de los empresarios, y no exigiera ninguna remuneración del Estado, ni impusiera más gravamen al vecindario, que el costo razonable del agua que consuma. En tal caso, lo único que habría que averiguar era, si el agua reunía las condiciones necesarias para el uso de la población.

Por lo tanto, como *cuestión previa*, debemos juzgar del actual aprovisionamiento de aguas á la ciudad, bajo el triple punto de vista de su calidad, su cantidad y su precio, desde que el ideal para una población es tener el agua buena, abundante y barata.

PRIMERA PARTE

Aprovisionamiento actual del agua de Montevideo, por medio del agua del río Santa Lucía

I. Instalaciones.—La concesión para la provisión de aguas corrientes á la ciudad de Montevideo, fué otorgada por el Gobierno al señor Enrique Fynn, con fecha 4 de diciembre de 1867, y vendida más tarde, ya en función, á la Compañía inglesa que actualmente la explota. Las instalaciones primitivas eran lo más sumarias. El agua se extraía del río Santa Lucía, á la altura del «Paso de las Piedras», un poco más abajo de la desembocadura del arroyo «Canelón Grande», pero no directamente del cauce del río, sino de una profunda *laguna* situada en la margen izquierda del río y en comunicación directa con su cauce por una estrecha boca. En esta boca la Empresa estableció un dique de *piedra suelta*, rellenado con tierra, que servía de *filtro* (como se le llamó entonces) á las aguas que desde el río penetraban

en la laguna. Con el reposo que en esta laguna sufría, el agua efectuaba una decantación que le daba cierta limpidez, salvo en los casos en que, por crecientes del río, el agua de éste pasaba por encima del dique de piedra suelta, produciendo el enturbiamiento del agua de la laguna. A esta decantación quedaba reducida toda la purificación que sufría el agua del río. Aspirada de la laguna por medio de potentes bombas, era llevada hasta un depósito abierto de 12,500 metros cúbicos de capacidad, situado en La Paz, en donde el agua sufría una nueva decantación, y desde el cual por simple desnivel corría en las cañerías que la distribuían á la ciudad. Más tarde se agregó á esta instalación otro punto de captación, situado fuera de la *laguna* citada y en plena corriente del río, pero sin que el agua sufriera ninguna operación de purificación.

Durante veinte años la ciudad de Montevideo soportó un agua que dada la falta de purificación, debía de ser de condición muy inferior. Ya en el año 1874, la Junta de Montevideo, á consecuencia de críticas de la prensa local, nombró una Comisión investigadora, la cual en el informe que produjo, se consideró bastante satisfecha de las rudimentarias instalaciones ya enumeradas, y de la calidad del agua servida á la población. (5) Debe advertirse que en la concesión no se estableció nada relativo á las condiciones que debería llenar el agua que se suministrase á la población. Para nuestras autoridades de aquella época eran desconocidos los filtros que Simpson había implantado desde 1829 en Londres!

Fué en el año de 1888, que la Junta de Montevideo ordenó que el Laboratorio Municipal practicara regularmente el análisis de las aguas de las cañerías de la ciudad. Estos análisis demostraron la mala calidad del agua distribuída, por su riqueza en materia orgánica y su aspecto turbio. La Junta intimó á la Empresa el mejoramiento del agua, y después de numerosas intimaciones y protestas, y de informes de Comisiones especiales, se llegó entre la Junta y la Empresa al acuerdo de construir nuevas instalaciones que permitieran purificar el agua en todo tiempo, y se estableció el límite tolerable de materia orgánica. (6)

Las obras de captación y purificación en la actualidad, y la marcha que sigue el agua hasta la cañería de distribución, es la siguiente:

1.º Captación.—Se hace en el mismo lecho del río Santa Lucía, en un remanso situado por arriba del antiguo «Paso de las Piedras», en

(5) Inspección general de las obras y dependencias de la Empresa de Aguas Corrientes, ordenada por la Junta Económico-Administrativa de Montevideo. Establecimiento tipográfico de «La Idea»—1874.

(6) Memoria de la Junta Económico-Administrativa de Montevideo—Año 1888.

donde la Empresa ha completado una represa á través del río, aprovechando una punta natural de piedra que sale de la margen izquierda, y que, una muralla artificial de piedra y portland, cierra hasta la orilla derecha. Se obtiene así un pequeño embalse de agua, y á unos diez metros de la orilla izquierda está colocado el sifón de captación; por simple desnivel el agua va á parar á un pozo construído en los terrenos de la orilla, protegido por una torre de mampostería, cubierto de tela metálica, para impedir la caída de cuerpos extraños sin impedir la ventilación.

2.º *Purificadores Anderson.*—Del pozo citado, el agua es aspirada por grandes bombas á vapor y llevada hasta tres purificadores Anderson, donde sufre la acción del óxido de hierro que se forma en los tejos de hierro con que se cargan los purificadores. Además, durante las crecientes del río, se hace uso del alumbre de hierro en los mismos cilindros purificadores. (7)

3.º *Depósitos de decantación.*—A la salida de los cilindros de Anderson, el agua es aireada cayendo sobre las paletas de unas ruedas que hacen girar á los mismos cilindros purificadores, corriendo después lentamente por canales de poco declive, donde depositan parte de las materias en suspensión y sufren la acción del oxígeno del aire, llegando por último á los depósitos de decantación en número de cuatro, y de una capacidad total de 54,000 metros cúbicos. Hay uno de estos depósitos en limpieza mientras funcionan los otros tres. El agua permanece en reposo de cuatro á cinco días.

4.º *Filtros de arena.*—De los depósitos de decantación el agua pasa á los filtros de arena, *sistema inglés*, llamados filtros lentos. Existen cinco filtros de 1,200 metros cuadrados cada uno, con un total de 6,000 metros cuadrados de superficie filtrante.

5.º *Depósitos de agua filtrada.*—Por simple desnivel el agua de los filtros pasa á dos depósitos techados, de capacidad de 17,000 metros cúbicos en conjunto. Antes de admitirse en los depósitos el agua de los filtros, es examinada por transparencia al través de tubos de sesenta centímetros de largo, y si su limpidez no es perfecta, lo que indicaría un mal funcionamiento del filtro, es arrojada al campo, por cañerías de desagüe especiales.

6.º *Depósitos de distribución.*—De los depósitos de agua filtrada establecidos en la Usina del Santa Lucía, el agua es aspirada por medio de bombas á vapor, y arrojada de nuevo por una cañería de hierro hasta los depósitos de distribución situados en La Paz. Actualmente se está terminando la instalación de una nueva línea, paralela á ésta, formada de tubos de acero de 0 metros 76 centímetros

(7) Memorándum de la Compañía, anexo á este Informe.

de diámetro. Los depósitos de distribución son tres actualmente, con una capacidad total de 49,500 metros cúbicos, y están techados y recubiertos con una capa de 0 metro 40 centímetros de tierra sembrada de alfalfa.

7.º *Cañerías principales de distribución.*—Serán tres las cañerías que traen el agua á la ciudad desde los depósitos de distribución, una vez terminada la tercera línea, actualmente en colocación. Estas líneas son formadas de tubos de hierro fundido de 0 metro 457 milímetros de diámetro. El agua se distribuye en las cañerías principales y secundarias por simple desnivel, desde los depósitos de distribución de La Paz situados á una cota de 55 metros sobre el nivel del mar.

II. Calidad del agua del Santa Lucía.—La calidad del agua del río de Santa Lucía distribuída á la ciudad de Montevideo, ha variado mucho según las épocas y los medios de purificación. Creemos innecesario detenernos á hacer un estudio retrospectivo de la cuestión, y nos limitaremos á considerar la *calidad* del agua purificada en la forma ya descripta, en los últimos años, es decir, el agua de la actualidad.

Digamos para empezar que, la única resolución municipal respecto á la composición del agua que debe servirse á la ciudad, es la relativa á la cantidad de materia orgánica, que ha sido fijada en 3 miligramos por litro como máximum, en la actualidad. Respecto á la composición química y á la tolerancia bacteriológica, no hay nada establecido entre la Municipalidad y la Empresa, lo que ha dado lugar, entre ellas, á frecuentes desacuerdos, respecto al valor de los exámenes bacteriológicos para determinar la calidad del agua distribuída.

Por otra parte, la Municipalidad practica diariamente, por medio de sus laboratorios Químico y Bacteriológico, el examen del agua tomada en las cañerías domiciliarias; no haciéndose el análisis del agua en la Usina de Santa Lucía, pues la Empresa misma sólo se concreta á determinar la cantidad de materia orgánica, en el agua de la cañería domiciliaria de sus oficinas en Montevideo.

Como se comprende, la composición del agua debe necesariamente variar, sobre todo en su riqueza bacteriológica, con la distancia de 70 kilómetros que el agua debe correr en las cañerías antes de ser servida á la población.

Para poder juzgar del valor de las maniobras de purificaciones que se practican por la Empresa sobre el agua del río de Santa Lucía, debemos establecer la composición de esta agua bruta, es decir, sin purificar. Poseemos tres análisis practicados en tres épocas diferentes; el más antiguo es del año 1888, practicado por el Laboratorio Municipal; el segundo, hecho por el farmacéutico señor Enrique Puppo, actual Subdirector del Instituto de Higiene Experimental, en el año 1900; y por último el mandado practicar por esta Sección con mo-

tivo de este Informe, según hemos hecho alusión al principio de él. Los expondremos por su orden.

Composición química del «agua bruta» del Río de Santa Lucía, tomada en el punto de captación de la actual Empresa de Aguas Corrientes.

AÑO 1888 (8)

Sólidos en un litro de agua . . . . 0 gr. 2250

Ácido carbónico combinado	gr.	0615
Acido sulfúrico	»	0035
Cloro	»	0160
Calcio	»	0490
Magnesio	»	0098
Sodio	»	0020
Potasio	»	0017
Sílice	»	0510
Hierro (sexq.)		trazas
Materia orgánica	»	0250 ?
Pérdida	»	0055
	0 gr.	2250

AÑO 1900, MES DE JUNIO (9)

Cantidades por gramo y por litro

Aspecto	muy turbio
Olor	nulo
Sabor	terroso
Sustancias en suspensión	0.0710
Residuo fijo á 180°	0 210
Materia volátil (por calcinación de residuo fijo)	0.025
Cloro total (al estado de cloruro de sodio)	0.032
Grado hidrotimétrico total	13°
» » después de ebullición	10°
» » permanente	4°

(8) Memoria de la Junta Económico-Administrativa de Montevideo —Año 1883, p. 189.

(9) ENRIQUE PUPPO.—Estudio sobre las Aguas Corrientes. «Revista del Centro Farmacéutico Uruguayo», año 1900, p. 221.

Sílice	0.0696
Hierro	0.0077
Cal total	0.0320
Magnesia	0.0056
Ácido carbónico total	0.0150
» sulfúrico	0.0067
Hidrógeno sulfurado	0.0000
Ázoe amoniacal	0.00053
» albuminoideo	0.00028
» nítrico	trazas
» nitroso	ídem

ENERO DE 1908 (10)

Agua sin decantar

Temperatura del agua	23·4
Aspecto	opalescente
Color	amarillento
Olor	nulo

Miligramos por litro

Materias en suspensión	26.00
Materia orgánica en O (medio ácido)	5 50

Agua decantada

Aspecto		límpido
Color		nulo
Olor		nulo
Dureza en grados franceses	total	10·5
	permanente	7·0
	temporaria	3·0

Miligramos por litro

Materias orgánicas	medio ácido	4.65
	» alcalino	3.50

10) Análisis del Laboratorio Municipal, anexo á este Informe. Papel sellado N.º 120113.

Oxígeno disuelto	8.41
Amoníaco salino en NH^3	0.048
» albuminoideo en NH^3	0.156
Nitratos en NO^3	0.340
» en NO^2	0.000
Residuo seco á 180°	236.00
Alcalinidad en Na	57.50
Sílice en SO^2	19.00
Sulfatos en SO^4	19.20
Cloruros en cl	33.37
Ácido carbónico total	113.10
» » fijo	55.00
» » libre	3.10
Cal	24.98
Magnesiá	8.11
Potasa	4 24
Sosa	42.27
Hierro y alúmina	vestigios

Examen bacteriológico del «agua bruta» del río de Santa Lucía (tomada en el punto de captación de la actual Empresa de Aguas Corrientes).

27 de enero de 1894 (Doctor Morelli) (11)

Hongos	500 por centímetro cúbico
Microbios	1,700 » » »

Existe el bacillus coli comunis.

Año 1900 (Señor Puppo) (12)

Número de bacterias por centímetro cúbico

Mayo	23	de	1900	17.800
Junio	8	»	»	24.440
»	25	»	»	24.000
Julio	10	»	»	24.300
»	26	»	»	10.910

(11) Nota del doctor Morelli al Presidente del Consejo de Higiene Pública, fecha 27 de enero de 1894.

(12) E. Puppo. Loc. cit., págs. 222 y 223.

Agosto	18 de 1900	. . . .	22.000
Septiembre	1.º » »	. . . .	18.580

Cantidad media . . . 20 290

Se ha encontrado el *Bacterium Coli Comunis, al estado virulento*.

AÑO 1908 (Laboratorio Municipal) (13)

Bacterias por cent. cúb.	726
» que liquidan.	282
» patógenas	Bacillus coli comunis

Veamos ahora cuáles son las modificaciones que la purificación imprime á esta agua. Los únicos análisis del *agua purificada, tomada en los depósitos cubiertos de la Usina de Santa Lucía*, son los practicados por el señor E. Puppo, y que transcribimos de su trabajo publicado en la «Revista del Centro Farmacéutico», pues los análisis de los Laboratorios Municipales, de los que más adelante nos ocuparemos, ya hemos dicho que son hechos sobre el agua tomada en la *cañería de distribución domiciliaria.*

Composición química del agua corriente suministrada á la población de Montevideo (tomada de los depósitos de agua filtrada de la Usina de Santa Lucía).

OCTUBRE DE 1900 (14)

Cantidades en gramos y por litro

Aspecto	límpido
Color	amarillento
Olor.	nulo
Sabor	agradable
Residuo fijo á 180º	0.172
Materia volátil (por calcinación del residuo fijo).	0.0420
Cloro total al estado de cloruro de sodio . . .	0.0280
Grado hidrotimétrico total.	10º
» » después de ebullición . .	7º
» » permanente	3º

(13) Análisis del Laboratorio Municipal de Bacteriología y Micrografía. Anexo á este Informe. Papel sellado 120,144.

(14) E. Puppo. Loc. cit., pág. 283.

Sílice	0.005872
Hierro	0.00987
Cal	0.0219
Magnesia	0.00424
Ácido carbónico total	0.0112
» sulfúrico	0.00321
Hidrógeno sulfurado	no contiene
Ázoe amoniacal	0.00041
» albuminoideo	0.00022
» nítrico	no contiene
» nitroso	» »

Veamos ahora su riqueza en gérmenes, y para mejor comparar, pongamos al lado del cuadro de la página 19 el número de bacterias que esos mismos días tenía el agua *ya filtrada.*

Agua del río Santa Lucía.—Riqueza de microbios. (A la salida de los filtros).—(E. Puppo)

AÑO 1900	CANTIDAD DE BACTERIAS POR C. C.	
	Antes de purificar	Después de purificada
23 de Mayo	17.800	105
8 de Junio	24.440	71
25 de »	24.000	90
10 de Julio	24.300	156
26 de »	10.910	68
16 de Agosto	22.000	64
1.º de Septiembre	18 580	54
Cantidad media por c. c.	20.290	86

Disminución: 99.57 %

Relativamente á la *materia orgánica,* el mismo trabajo del señor Puppo trae el siguiente cuadro que indica las variaciones que en la cantidad de esas sustancias, sufre el agua del río, por la purificación:

Cantidad de materia orgánica por litro, expresada en O

FECHA		AGUA DEL RÍO DE SANTA LUCÍA	
		Antes de la purificación	Después de la purificación
1900		Gramos	Gramos
Junio	21.	0.0151	0.00265
»	25.	0.0104	0.00245
Julio	10.	0.0136	0.00215
»	26.	0.0095	0.00235
Agosto	28	0.0064	0.00245
Septiembre	1.º	0.0074	0.00233
Octubre	6	0.0152	0.00240
Noviembre	16.	0.0074	0.00227
Cantidad media		0.0106	0.00238

Relativos á la influencia que los *purificadores de Anderson* tienen sobre el agua del río de Santa Lucía, el mismo autor trae los siguientes cuadros, que consideramos de interés:

Disminución de la materia orgánica por la acción de los rotativos de Anderson.—(E. Puppo)

Materia orgánica en gramos y por litro, expresada en O

FECHA		AGUA DEL RÍO DE SANTA LUCÍA		
		Antes de pasar por los rotativos.	Después de sufrir la acción de los rotativos.	Disminución %
1900				
Junio	21	0.0151	0.00530	64.90
»	25	0.0104	0.00810	22.11
Julio	10	0.0136	0.00690	49.26
»	26	0.0095	0.00650	31.57
Agosto	18	0.0064	0.00570	10.93
Septiembre	1.º	0.0074	0.00590	20.27
Octubre	6	0.0152	0.041 ?	7.23
Noviembre	16	0.0074	0.00705 ?	4.72

Disminución media %: 26.37.

Disminución de las bacterias por la acción de los rotativos de Anderson.—(E. PUPPO)

Bacterias por c. c.

FECHA	AGUA DEL RÍO DE SANTA LUCÍA		
	Antes de pasar por los rotativos.	Después de sufrir la acción de los rotativos.	Disminución %.
1900			
Mayo 23.	17.800	6.600	62.92
Junio 21.	24.000	19 900	17.
Agosto 18.	22.000	17.160	22.
Octubre 6.	38.160	36.330 ?	4.79

Disminución media %: 26.68.

Veamos ahora la composición de esta misma agua del río Santa Lucía purificada, pero *tomada de las cañerías domiciliarias*, según los análisis de los Laboratorios. Poseemos datos precisos sobre esta cuestión desde el año 1902, así es que podemos disponer de elementos de juicio relativos á seis años; los datos del año 1907 no han sido publicados aún, y los debemos á la galantería de los Subdirectores de los Laboratorios Químico y Bacteriológico de la Municipalidad, señores Peluffo y Carnelli. Los datos de los años 1902-1906 son tomados del «Resumen Anual de Estadística Municipal» de los años correspondientes.

Promedios mensuales y anual de la composición del agua de abastecimiento de la ciudad de Montevideo

AÑO 1902

DATOS DETERMINADOS	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual
Temperatura atmosférica (grados centígrados)	17.5	15 9	12.5	11	8.7	13.3	15.5	20.1	22.9	15.2
Idem del agua (ídem ídem)	19.8	17.8	15.1	12.7	10.7	14	15.8	19.1	21.1	17
Dureza en grados franceses . . . total	12 4	13.1	11.8	9	8.2	10 6	8.9	8.4	7 6	10
Dureza en grados franceses . . . permanente . . .	11.4	11	10.3	8.1	7.6	6.4	6.4	6.5	6 2	8 2
Dureza en grados franceses . . . temporaria.	1	2 1	1.5	0.9	0.6	4 2	2.5	1.9	1.4	1 8
Materias orgánicas en O (miligramo por litro)	2.50	2.45	1.75	1.97	1.60	2.04	2.04	1.85	2	2.0
Nitratos en N^2 (ídem ídem ídem). . . .	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Nitritos en N^2O^3 (ídem ídem ídem) . . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amoníaco salino en NH^3 (ídem ídem ídem)	0.052	0 053	0.025	0 035	0 036	0.040	0.032	0 035	0 040	0.038

Promedios mensuales y anual de la composición del agua de abastecimiento de la ciudad de Montevideo

AÑO 1903

DATOS DETERMINADOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual
Temperatura atmosférica (grados centigrs.)	23.2	23.9	22.5	17.9	13.5	11.5	9.9	10.8	15.3	16.2	20.3	22.6	17.3
Temperatura del agua.	22.3	23.7	22.3	19	15.1	13.4	11.4	12.2	15.8	16.5	20	22.9	17.9
Dureza en grados franceses: total. . .	8.7	8.6	9.2	9.4	7.4	7.1	6.8	6	7	8.8	11.8	12.3	8.5
permanente	7.5	7.2	7	7.4	5.9	6.3	6.3	5.5	6.1	7.3	8.2	8.5	6.9
temporaria.	1.2	1.4	2.2	2	1.5	0.8	0.5	0.5	0.9	1.5	3.6	3.8	1.6
Materias orgánicas en O (miligramos por litro)	1.83	2.45	2.29	2.18	2.50	2.61	1.94	1.46	1.85	2.21	2.23	2.07	2.13
Nitratos en N^2O^5 (miligramos por litro). .	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Nitritos en N^2O^3 (miligramos por litro). .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amoníaco salino NH^3 (miligramos por litro)	0.042	0.031	0.025	0.020	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.011	0.018
Residuo seco á 180° (miligramos por litro)	—	—	—	—	—	—	—	—	240	217	239	267	240.80

Promedios mensuales y anual de la composición del agua de abastecimiento de la ciudad de Montevideo

AÑO 1904

DATOS DETERMINADOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual
Temperatura atmosférica (grados centigrs.)	23.4	22	21.3	18.6	14 1	11.9	12.2	10.6	13.6	16 9	20.2	21.1	17.2
Temperatura del agua.	22.2	21.4	20.8	18.8	15.2	13.3	13.5	11.7	10.6	17 5	19 4	21.2	17.1
Dureza en grados franceses — total. . .	10.4	9.8	9.3	9.2	8 9	14.6	16.2	10.8	10.8	11.3	10.1	13.7	11.3
— permanente	8 3	8.3	8.5	8.5	8 3	12.1	12.2	9.1	9 5	10	9.2	9.6	9 5
— temporaria.	2.1	1.5	0.8	0.7	0 6	2.5	4	1.7	1 3	1.3	0.9	4.1	1.8
Materias orgánicas en O (miligramos por litro).	2.10	1.95	1.74	2 19	1.89	2.28	2.32	2.21	2.02	2.03	1 92	1 75	2.03
Nitratos en N^2O^5 (miligramos por litro). .	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Nitritos en N^2O^3 (miligramos por litro) .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amoníaco salino en NH^3 (miligramos por litro)	0.011	0.013	0 011	0.012	0.012	0 012	0.013	0.013	0.013	0 013	0.013	0.012	0 012
Residuo seco á 180° (miligramos por litro)	244	234	190	181	194	259	310.50	209	201	208. 50	181	221	221

Promedios mensuales y anual de la composición del agua de abastecimiento de la ciudad de Montevideo

AÑO 1905

DATOS DETERMINADOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual
Temperatura atmosférica (grados centigrs.)	21.9	22	21.4	17.6	13.2	12.2	9.5	10.7	14.5	17.4	19.9	22.3	16.9
Temperatura del agua.	21.6	21.5	22.1	19.4	14.8	12.9	11.1	11.8	14.5	16.9	18.6	21.5	17.2
Dureza en grados franceses: total. . .	13.5	12.5	12	11	9.9	10.5	8.2	8.3	8.2	7.8	7.8	9.1	9.9
Dureza en grados franceses: permanente	9.5	8	8.2	8	8.2	8.1	7.7	7.8	7.5	7.3	7.3	7.8	8
Dureza en grados franceses: temporaria.	4	4.5	3.8	3	1.7	2.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	1.3	1.9
Materias orgánicas en O (miligramos por litro).	1.52	1.32	1.83	2.66	2.41	2.57	1.55	1.74	1.62	1.55	1.77	2.07	1.88
Oxígeno disuelto (miligramos por litro). .	8.03	8.09	8.3	8.39	9.59	10.23	10.54	10.42	9.80	8.80	8.14	7.32	8.95
Nitratos en N^2O^5 (miligramos por litro) .	V	0.35	0.40	0.34	0.80	0.48	0.90	0.90	0.85	0.62	0.64	0.34	0.58
Nitritos en N^2O^3 (miligramos por litro) .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amoníaco salino en NH^3 (miligramos por litro)	0.013	0.013	0.014	0.013	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.012	0.013	0.013	0.012
Residuo seco á 180° (miligramos por litro)	255	253	254	256.25	229	246.25	190	180.60	184.75	157.50	167.60	197	214.25

Promedios mensuales y anual de la composición del agua de abastecimiento de la ciudad de Montevideo

AÑO 1906

DATOS DETERMINADOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual
Temperatura atmosférica (grados centigrs.)	24 6	23.4	22.8	19.1	15.7	9.9	12.7	11 9	13 9	17.7	19.7	21.9	17.7
Temperatura del agua.	23.6	23	23	21 2	17.1	12	12	12 9	14.1	17	19.5	21 9	18.1
Dureza en grados franceses: total.	8.4	10.9	12.1	12.4	13 3	11.6	7.5	7.5	7	7 6	7 8	10.6	9.7
Dureza en grados franceses: permanente	7.4	8	7 8	7.5	8 6	8 9	7	7	6 5	7.1	7 3	9 3	7.7
Dureza en grados franceses: temporaria.	1	2.8	4 3	5.2	4.6	2.7	0.5	0.5	0 5	0 5	0 5	1.3	2
Materias orgánicas en O (miligramos por litro)	2.13	1.87	1.65	1.44	1.72	2.21	1 79	1.77	1 62	2 01	1.90	2.07	1 84
Oxígeno disuelto (miligramos por litro)	7.04	7.31	7.81	8 85	8.97	10.14	10.73	9.94	9.45	8.30	7.16	6 90	8.55
Nitratos en N^2O^5 (miligramos por litro)	0 72	0.42	0.38	0.28	0.21	0.87	0.85	0.66	0.55	0.45	0.45	0 45	0 52
Nitritos en N^2O^3 (miligramos por litro)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amoníaco salino en NH_3 (miligramos por litro)	0.012	0.013	0.015	0.015	0.013	0.012	0.012	0.012	0.013	0 015	0.009	0 012	0.012
Residuo seco á 180° (milígramos por litros)	205	252	278	269	301	257	192	163	168	230	182	244	228

Promedios mensuales y anual de la composición del agua de abastecimiento de la ciudad de Montevideo

AÑO 1907

DATOS DETERMINADOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual
Temperatura atmosférica (grados centigrs.)	23.7	23.6	23 3	17.9	12 8	11.3	9.7	10 5	12 1	15 4	20	23.7	17
Temperatura del agua.	23.8	23 8	23 5	19.3	14.5	11.2	11.3	11.8	12	16.2	19.6	22.7	17.4
Dureza en grados franceses: total.	10.9	10.8	10 5	7 7	9 2	11.1	9.4	9	12.7	12 5	13 3	13 8	10 9
permanente	8.7	7.2	7.4	7.1	8	6.7	7	6 9	6.7	7 5	6.6	7 4	7.2
temporaria.	2.2	3.6	3	0.6	1.2	4.2	2 4	2 1	6	5	6 6	6.4	3 7
Materias orgánicas en O (miligramos por litro)	2.02	1.80	1.79	2.60	3.03	2.72	2.20	1.98	2.49	2.55	1 98	1.51	2.20
Oxígeno disuelto (miligramos por litro).	7.09	7.80	7 77	8.07	9.45	9 50	10 58	10.50	9 69	8.85	8.11	8.12	8 70
Nitratos en N^2O^5 (miligramos por litro)	0.45	0 27	0.42	0.40	0.30	0.20	0.42	0.62	0 25	0.33	0.27	0.30	0.35
Nitritos en N^2O^3 (miligramos por litro).	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amoníaco salino en NH^3 (miligramos por litro).	0.013	0 013	0.013	0.012	0.013	0.013	0.013	0.015	0 016	0.016	0.016	0.016	0.014
Residuo seco á 180° (miligramos por litro)	241.40	240.75	238.25	176	215.80	252.75	216.40	201.25	252.75	250.20	278.50	277.25	236.7

Con estos cuadros hemos confeccionado otro, que contiene solamente los promedios anuales, para mejor poder hacer la comparación:

Promedios anuales de la composición del agua de abastecimiento de la ciudad de Montevideo

AÑOS 1902-1907

DATOS DETERMINADOS	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Temperatura atmosférica (grados centigrados) .	15 2	17.3	17 2	16.9	17.7	17
Temperatura del agua. .	17	17.9	17 1	17 2	18.1	17.4
Dureza en grados franceses . . — total . . .	10	8 5	11.3	9 9	9.7	10.9
— permanente.	8 2	6 9	9.5	8	7.7	7.2
— temporaria .	1 8	1 6	1.8	1.9	2	3.7
Materias orgánicas en O (miligramos por litro) .	2.00	2.13	2.03	1.88	1.84	2.20
Oxígeno disuelto (miligramos por litro) . . .	—	—	—	8.95	8 55	8.70
Nitratos en N^2O^5 (miligramos por litro) . . .	V	V	V	0.58	0.52	0.35
Nitritos en N_2O^3 (miligramos por litro) . . .	0	0	0	0	0	0
Amoníaco salino en NH_3 (miligramos por litro) .	0 038	0 018	0 012	0 012	0 012	0 014
Residuo seco á 180° (miligramos por litro) . .	—	240.80	221	214.25	228	236.70

Además de los análisis diarios, de los cuales los cuadros transcriptos representan los promedios mensuales, el Laboratorio Químico Municipal ha practicado durante estos últimos años, un *análisis completo* mensual, cuyos resultados se encuentran consignados en la Memoria de la Dirección de Salubridad de 1902-1904 y en los resúmenes anuales de Estadística Municipal de los años 1904-1906. Esos *análisis completos* del agua de abastecimiento de Montevideo, contienen, además de los datos consignados en los cuadros de los promedios mensuales antes transcriptos, otros datos relativos á las cantidades de potasa, sosa, cal, magnesia, sulfatos, cloruros, carbonatos, sílice, ácido carbónico libre y combinado.

Entre estos nuevos datos hay algunos que como los cloruros, los carbonatos, sulfatos, la cal y la magnesia, tienen importancia para juzgar de la calidad del agua. Pero la reproducción de todos esos

análisis, en la forma en que el Laboratorio los publica, daría demasiada extensión á este Informe. Así es que hemos confeccionado el siguiente cuadro con los datos mensuales de los meses de enero y agosto de los años 1904-1907, conteniendo solamente los datos más interesantes:

Análisis completos del agua de abastecimiento de la ciudad de Montevideo (en miligramos por litro)

AÑOS 1904-1907

	Potasa	Sosa	Cal	Magnesia	Sulfatos	Cloruros	Carbonatos	Residuo seco á 180°	Sílice	Ácido carbónico total	Ácido carbónico fijo	Ácido carbónico libre	Amoníaco	Nitratos	Nitritos	Materia orgánica en O	Dureza Total	Dureza Permanente
Mayo de 1904.	6 8	23.6	20.2	6.7	38 4	23.1	80.4	192.0	18.0	70.7	29.0	12.7	0.013	1.00	0	2.00	8°5	8°
Agosto de 1904.	8.4	33.0	26.0	9.0	38.4	38.8	119.0	235.0	17 0	91.4	43.0	5 4	0.013	0.60	0	2 80	12°5	10°5
Enero de 1905.	3.1	43.1	29 4	11.3	9 6	34.6	196.9	257.0	18.0	148.5	71 0	6.5	0.013	0.30	0	1.50	13°	9°5
Agosto de 1905.	2.7	20.0	18.2	5.2	45.6	16.4	52.7	158 0	13 6	39.6	19.0	1.6	0.011	0.92	0	1 45	7°5	7°
Enero de 1906.	3.9	34.5	24.0	7.4	16.8	26.7	138 6	204 0	16.0	105.4	50.0	5.4	0.013	0.80	0	2.25	8°	7°
Agosto de 1906.	2.2	22 2	16 2	5.1	38.4	17.6	58.2	156.0	16.0	43.6	21.0	1.6	0.011	0.69	0	1.75	7°5	7°
Enero de 1907.	2.5	40.8	28.8	10.3	19.2	31.6	171.9	235.0	17.0	133.2	62.0	9.2	0.013	0.46	0	2 00	10°5	6°5
Agosto de 1907.	3.1	32.06	25.4	9.19	24.	27.9	133.08	213.0	16 0	100 3	48 0	4.2	0.016	0.57	0	2.05	10°5	7°

2.° Riqueza microbiana

El agua de abastecimiento de Montevideo, es examinada diariamente en el Laboratorio Bacteriológico Municipal, haciendo siembras sobre placas de gelatina, y además se hacen periódicamente cultivos de 5 á 20 centímetros cúbicos de agua, con objeto de investigar el *coli comunis* y otros gérmenes patógenos. Antes de hacer los cultivos, se deja correr de la canilla el agua durante treinta minutos, á fin de desalojar toda el agua de la cañería domiciliaria, y estar seguro de que las siembras se hacen con el agua que corre en las gruesas cañerías de la calle.

El siguiente cuadro, es el publicado por la Dirección de Salubridad, y se refiere al número de bacterias que contenía el agua durante los años 1899-1907. Los datos correspondientes al año 1907 no están aún publicados; los debemos á la amabilidad del señor Carnelli, Subdirector del Laboratorio Bacteriológico.

Promedio mensual y anual del número de bacterias por centímetro cúbico del agua de consumo público de la ciudad de Montevideo. (A la salida de la canilla del Laboratorio Bacteriológico Municipal).

AÑOS 1899 1907

MESES	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Enero	274	278	402	47	122	308	246	334	476
Febrero . . .	386	290	432	64	125	716	424	704	335
Marzo	285	152	246	123	294	372	450	688	240
Abril	208	141	225	505	345	323	282	572	218
Mayo	206	30	428	444	97	310	263	744	389
Junio	204	67	238	250	182	257	269	416	220
Julio	224	121	174	299	190	250	249	209	118
Agosto. . .	189	123	273	414	109	210	174	177	56
Septiembre . .	215	97	299	202	232	145	120	194	106
Octubre . . .	229	92	62	135	460	248	407	169	2,588
Noviembre. . .	435	62	533	161	259	342	225	302	892
Diciembre . . .	410	220	244	118	426	236	347	341	632
Promedio anual	272	139	296	230	237	309	288	404	523

Del estudio de este cuadro se deduce que la riqueza bacteriana del agua de consumo de Montevideo es muy variable, sin que se pueda

deducir ninguna regularidad, pues si bien la mayoría de los meses de invierno, tienen las cifras más elevadas, en algunos, como los de mayo, junio y septiembre de 1900 y mayo de 1903, el número de bacterias no llega á cien. Es durante los meses de invierno que las llu vias son más frecuentes en nuestro país; sin embargo el invierno de 1907 fué excepcionalmente seco, y en especial el mes de octubre, y sin embargo es precisamente en ese mes que se cita la cifra más alta de estos nueve últimos años, 2,588 bacterias por centímetro cúbico.

Insistiendo aún en los datos de este mes de octubre de 1907, creemos interesante dar en detalle la riqueza diaria en gérmenes del agua de consumo:

Riqueza de bacterias, por centímetro cúbico, del agua de consumo de la ciudad de Montevideo, durante el mes de Octubre de 1907. (15)

Día	1.º	bacterias	63	Día	17	bacterias	2,852
»	2	»	96	»	18	»	3,295
»	3	»	86	»	19	»	3,197
»	4	»	93	»	20	»	1,952
»	5	»	83	»	21	»	2,127
»	6	»	133	»	22	»	2,986
»	7	»	120	»	23	»	1,206
»	8	»	60	»	24	»	1,120
»	9	»	7,516	»	25	»	800
»	10	»	10,216	»	26	»	586
»	11	»	10,034	»	27	»	600
»	12	»	11,640	»	28	»	420
»	13	»	2,256	»	29	»	475
»	14	»	7,930	»	30	»	256
»	15	»	5,163	»	31	»	256
»	16	»	2,620				

Resulta, pues, que durante 16 días, es decir del 9 al 24 de este mes, el agua tomada en la cañería del Laboratorio, presentó una enorme cantidad de bacterias como quizás no la tendría cualquier agua de río sin filtrar, el mismo río de Santa Lucía, por ejemplo.

Continuemos con los datos bacteriológicos, para después establecer un juicio de conjunto.

Hemos dicho anteriormente que, en el Laboratorio Bacteriológico

---

(15) «Boletín Mensual de Estadística Municipal del Departamento de Montevideo»—Mes de octubre de 1907—Boletín del Consejo Nacional de Higiene—Montevideo—Noviembre de 1907.

Municipal periódicamente se investiga la existencia de gérmenes patógenos en el agua distribuída á la ciudad. Este estudio especial ha demostrado que, con relativa frecuencia se ha encontrado en esa agua el *bacillus coli comunis;* su presencia se hace con cierta irregularidad, unas veces la siembra de 15 centímetros cúbicos de agua no da ningún cultivo de *coli*, mientras que pocos días después éste se encuentra en cultivos de un centímetro. A este respecto, el señor Carnelli, Subdirector de ese Laboratorio, y á nuestro pedido, ha investigado diariamente durante una semana la existencia del *coli* en el agua de consumo de la ciudad con los siguientes resultados, según el documento que agregamos á este Informe:

Investigación del bacillus «Coli» en el agua de consumo público

FECHA	Cantidad sembrada	*Bacillus Coli*	Resultado de la investigación
1908			
Abril 27.	20 c.c.	Negativa	—
» 28.	» »	Positiva	Negativa
» 29.	» »	»	Virulento
» 30.	» »	»	»
Mayo 2.	» »	Negativa	—
» 4.	» »	»	—
» 5.	» »	Positiva	Negativa
» 6.	» »	»	Virulento

Este escaso número de análisis es insuficiente para establecer generalizaciones, tanto más cuanto que existe el hecho curioso de que siendo un día el resultado del cultivo negativo, al día siguiente existía el coli virulento. Hagamos notar solamente, que el agua examinada es la extraída de la cañería domiciliaria.

Juicio crítico—Tales son los análisis del agua del río de Santa Lucía, que poseemos; ellos constituyen elementos más que suficientes para fundar un juicio justo sobre la calidad del agua que abastece á Montevideo. Analicemos, pues, á nuestra vez.

El valor higiénico de un agua destinada al consumo de las poblaciones, no debe establecerse por un solo dato, sino por el conjunto de

sus cualidades de composición. Mucho se ha discutido, sobre si la existencia de tal ó cual elemento, en tal ó cual cantidad era compatible con los caracteres que una buena agua debe tener; y á pesar de tantas discusiones vemos sostenidas las más encontradas opiniones, puesto que como hemos dicho antes, no basta un solo dato para juzgar el valor higiénico de un agua destinada á bebida; sin contar que, muchas veces, ciertas ciudades bajo el imperio de la necesidad, y por no tener á su disposición aguas mejores, han tenido que contentarse con aguas que otras ciudades han juzgado como no aceptables. Es el resultado de conjunto de los análisis químicos y bacteriológicos y de la investigación *geognóstica* de la región hidrográfica donde se hace la captación del agua para el consumo, lo que debe servir de juicio para indicar su calidad Durante muchos años, se confió al análisis químico exclusivamente el cuidado de clasificar las aguas; al advenimiento de la *bacteriología*, con el descubrimiento del rol tan importante que los gérmenes del agua juegan en la producción y propagación de ciertas enfermedades, se creyó que, solo al bacteriólogo correspondía decir si un agua determinada, era buena ó no para los usos domiciliarios; y durante mucho tiempo la *microbiofobia* invadió el espíritu de los tranquilos investigadores, á la par que el impresionable de las multitudes. Primero fué el número de microbios; un agua con tantos ó cuantos microbios, dejaba de ser buena, debía rechazarse implacablemente como bebida, bajo pena de ver desarrollarse las peores plagas sobre la población que la utilizara. Después, vuelta un poco la calma, se echó de ver que no existe en la Naturaleza un agua *amicrobiana* que pueda ser destinada á bebida; que la misma agua destilada, al poco tiempo de preparada deja de ser pura bajo el punto de vista bacteriológico, para poblarse rápidamente, más rápidamente aún que otras aguas que ya contienen gérmenes, de numerosos ejemplares de los infinitamente pequeños; pues, como dice Duclaux, tendríamos que aprender á tomar el agua *hirviendo*, si queremos tomarla sin microbios. La observación demostró que la totalidad de las aguas minerales de bebida, aún las de nombre más acreditado, tenían una riqueza microbiana que pasaba en muchos millares, á la que se había establecido como *limite minimum* para las aguas de consumo de las poblaciones. [16] Ya no fué el número de gérmenes lo que sirvió de pauta para clasificar las aguas, *fué la calidad de estos gérmenes* lo que primó en la clasificación; se dijo que era más peligrosa un agua que contuviera un bacillus de la tifoidea por centímetro cúbico, que otra que tuviera un millón de gérmenes banales; y la investigación de los gérmenes patógenos ocupó todos los laboratorios.

---

(16) Véase L. HEIM. Die Reinlichkeitzzustand Künslicher und natürlicher Mineralwasser» (Hygienischer Rundschau, 1905).

Pero á las primeras de cambio se echó de ver que nuestros medios de investigación no son aún bastante precisos para asegurar el aislamiento de todas las especies de microbios que un agua puede tener, ni tan seguros tampoco como para poder fundar sobre tan inciertos medios un juicio que sea inapelable. Muchas epidemias de tifoidea se han desarrollado en las poblaciones á causa indudable del uso de aguas contaminadas, sin que las más prolijas investigaciones de los laboratorios hubieran podido encontrar en esas aguas el bacillus de Eberth. En todos los tratados se insiste sobre lo difícil que es la investigación de este bacillus en las aguas, á pesar de los múltiples procedimientos de cultivo ensayados en estos últimos años. Aún hoy, en el momento actual, es posible que un centro de población sea infectado de tifoidea, sin que el laboratorio encuentre, en el agua causante de la epidemia, el germen culpable.

Para ciertas aguas, como las subterráneas, muchos higienistas participan de la opinión de Duclaux [17] que considera los datos bacteriológicos como de segundo orden, bastando en general, los exámenes químicos y geológicos para formar opinión de su calidad.

Al examen bacteriológico, se le ha reprochado aún, la inoportunidad y su inutilidad, en cuanto á que recién después de varios días de recogida y sembrada el agua, puede saberse si ella contiene muchos ó pocos gérmenes, si ellos son ó no patógenos, y por último si se trata de simples saprofitos ó de gérmenes virulentos; y entretanto el agua ha seguido usándose como bebida y desarrollando las enfermedades que los microbios que contiene sean capaces de producir en el organismo humano. Citamos esta observación, para que se vea hasta dónde ha llegado el espíritu de escepticismo, una vez que se ha caído en el desencanto de saber que la bacteriología, como la química, no puede apoyarse, muchas veces, más que en consideraciones relativas, y que sólo en muy contados casos, como el aislamiento en un agua de bebida del bacillus vírgula, ó el de Eberth, puede esa ciencia afirmar positivamente sobre la mala calidad del agua.

Para el geólogo, el estudio de la región hidrográfica de un río ó de una fuente, tiene más valor que todos los análisis, pues prescindiendo de ellos, es posible decir cuándo un agua es capaz de infectarse, y por lo tanto, cuáles son las medidas que deben aconsejarse y realizarse, para garantir á una población la pureza de sus aguas de consumo. Y en efecto, el estudio geognóstico de la región hidrográfica de donde se surte, ó propone surtirse una población, ha tomado gran importancia en estos últimos años; porque á nadie escapará la venta-

---

(17) E. DUCLAUX: «Etudes d'hydrographie souterraine». (Annales de l'Institut Pasteur, París 1903).

ja de prever con anterioridad toda causa de infección del agua de consumo, sobre los medios de análisis que, en el mejor de los casos, constatarán esa infección una vez producida; y eso á una distancia de tiempo suficiente como para que se desarrolle y se extienda considerablemente una epidemia de origen hídrico.

Así, el geólogo, para clasificar un agua de fuente, pone á contribución el estudio de los terrenos que atraviesa esa corriente subterránea, y el estudio de la cuenca de origen, para determinar la mayor ó menor facilidad de contaminación en sus orígenes, valiéndose del uso de substancias coloreadas, que como la fluoresceína, tan buenos resultados ha dado en la práctica, permitiendo reconocer que muchas de las más famosas y más acreditadas fuentes, eran simples *resurgencias*, sin garantía ninguna contra las poluciones de origen humano, y por lo tanto peligrosas para el abastecimiento de las poblaciones.

Cuando se trata de una instalación de aguas, ya en servicio, el estudio de la mortalidad, y de la morbilidad, principalmente en lo que á las enfermedades de origen hídrico respecta, es un dato de la mayor importancia para juzgar, de una manera eficaz, de las condiciones higiénicas del agua utilizada.

De esta enumeración resulta, que, un agua buena bajo el punto de vista *químico*, puede serlo ó no bajo el de la *bacteriología*, y que por último, puede aún ser sospechosa, porque del estudio de la cuenca hidrográfica resulta, que esa agua no está de ningún modo garantida contra las causas más peligrosas de polución.

A la luz, pues, de estos múltiples criterios, veamos cuál es la calidad del agua que consume Montevideo.

Químicamente el agua del río Santa Lucía reune las condiciones de lo que se llama un *agua potable*. El total de sus materias salinas no alcanza, en ninguno de los muchos análisis, á la cifra de 500 miligramos por litro, marcados por todos los autores de higiene como límite entre un agua potable y otra impotable. Tanto en el *agua bruta* del río, como en la *purificada*, el residuo sólido oscila entre 150 y 250 miligramos por litro; y dentro de esa cifra están representadas la totalidad de las sales del agua, sin que ninguna de ellas se encuentre en proporción mayor de los límites mínimos consentidos por diferentes autores.

En efecto, se ha dicho que un agua para ser potable debe tener de 100 á 500 miligramos por litro de sales en disolución; así un agua conteniendo el mínimum de 100 miligramos sería un agua muy buena, mientras que otra que contenga 500 miligramos ya debe ser considerada como mala. El Comité Consultivo de Higiene de Francia, formuló en 1884 una tabla de la cual resultan los datos antes citados. Todavía, dentro de esas cifras, que indican el total de sales, algunos autores hacen notar un mínimum para ciertas de estas sales: 200 mi-

ligramos para las sales de calcio, 300 miligramos para los sulfatos, 70 miligramos de cloruros, etc. Estos números tienen el inconveniente de ser, hasta cierto punto, algo arbitrarios, y representan solamente el criterio con que cada autor encuadra el problema que trata de resolver.

Sea lo que fuere, en nuestro caso, el agua del río Santa Lucía contiene una riqueza moderada de sales, como corresponde á una buena agua de bebida; y por lo tanto no debemos entrar á juzgar sobre las diversas tablas de tolerancia formuladas por diferentes autores, cosa que, si está bien en un tratado de higiene, está fuera de los límites de un Informe de esta naturaleza.

Debemos, sin embargo, detenernos un poco á considerar las cantidades de los compuestos del *ázoe*, en sus diversas formas, tanto en el *agua bruta* del río Santa Lucía, como en el *agua purificada* distribuída á la ciudad, en atención á que estos compuestos dan una idea de la intensidad de los fenómenos de *autodepuración* de las aguas del río, y hasta cierto punto del grado de polución de esas aguas por materias orgánicas, que son las más peligrosas para el organismo.

Recordando las cifras de los análisis más atrás transcriptos, tenemos:

Agua bruta del río Santa Lucía.—(Cantidades en gramos y por litro)

	Año 1900	Año 1908
Azoe amoniacal	0 gr. 00053	0 gr. 0C0048
» albuminoideo . . .	0 » 00028	0 » 000156
» nítrico	trazas	0 » 000340
» nitroso	»	0 » 000000

Agua purificada.—(Cantidades en gramos y por litro)

	1900	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Azoe amoniacal . . .	0.00041	0.000038	0.000018	0.000012	0.000012	0.000012	0.000014
» albuminoideo . .	0.00022	No están indicadas las cantidades.					
» nítrico	0	vestigios	vestigios	vestigios	0.00058	0.00052	0.00035
» nitroso	0	0	0	0	0	0	0

En la alteración que en la naturaleza sufre el *ázoe orgánico*, transformándose en *ázoe mineral ó salino*, los nitritos y el amoníaco representan un estado intermedio de esa transformación, cuyos últimos términos son los *nitratos*. En el agua de río, lo mismo que en el suelo, esta transformación representa un anillo de la constante evolución de la materia, pasando de lo inestable á lo fijo y permanente; con la diferencia de que, los fenómenos de nitrificación en las aguas de los ríos, tienen ciclos de evolución más complicados, pues aún no son bien conocidos todos los factores intermediarios de esta transformación, de la sustancia orgánica, en el agua.

La falta de nitritos, la pequeña cantidad de amoníaco salino y de nitratos, que indican las anteriores tablas, corresponden á un *agua buena*.

La *materia orgánica* pocas oscilaciones ha tenido durante estos últimos ocho años, pues según los análisis del señor Puppo, en 1900 dió una media de 0 gramos 00238 por litro en el agua filtrada, y en los años de 1902 á 1907, las cantidades han variado de 0.00184 como mínimum medio anual á 0.00220 como máximum. Así como para las sales minerales no hay un límite fijo de tolerancia, tampoco existe para la sustancia orgánica. Ya hemos visto que, entre nosotros, se ha marcado como límite la cantidad de tres miligramos de esta sustancia expresada en oxígeno. Durante los siete años de 1902 á 1907, el agua suministrada á Montevideo ha estado debajo de ese límite y solamente en el mes de mayo de 1907, llegó á un promedio mensual de 3 miligramos 03. Esta cifra de 3 miligramos es considerada como un poco alta actualmente por la mayoría de los autores, pues se considera con justa razón, que, aún cuando la materia orgánica del agua fuera de origen banal, ella contribuye á crear en dicho líquido un medio favorable al desarrollo de las bacterias (Koch). Modernamente se ha insistido en dar diferente valor al origen de la materia orgánica del agua, considerando más peligrosa la de origen animal; y á este efecto Pouchet y Bonjean (18) han llegado después de numerosas experiencias á la conclusión de que la materia orgánica *vegetal* toma más oxígeno al permanganato, en solución ácida que en solución alcalina, lo contrario pasa con la materia orgánica *animal* que toma más oxígeno en medio alcalino. Con arreglo á estas ideas, J. Ogier y Ed. Bonjean (19) llegan á la conlusión de que «se puede tener por sospechosa un agua en la cual la materia orgánica, superior á 1 miligramo 5 en oxígeno, es más fuerte en solución alcalina que en solu-

---

(18) POUCHET et BONJEAN: «Annales d' Hygiene et de Médecine légale», Juillet 1897.

(19) J. OGIER et E. BONJEAN: «Le sol et l'eau», fascículo II del «Traité d'Hygiene», par P. Brouardel et E. Mosny, p. 345.

ción ácida». Los análisis publicados por nuestro Laboratorio Municipal, no indican la diferencia de la cantidad de materia orgánica en medio ácido y alcalino, pero en el análisis del *agua bruta* del río de Santa Lucía hecho á pedido de esta Sección en este año de 1908, por el Laboratorio Químico Municipal, y que queda transcrito más atrás, encontramos que hay una diferencia notable entre el oxígeno consumido por la sustancia orgánica del agua del río en medio alcalino y en medio ácido.

Materia orgánica en oxígeno	Medio ácido	miligramos	4.65
	» alcalino	»	3.50

Según las conclusiones de Pouchet y Bonjean, pues, la materia orgánica del agua de Santa Lucía parecería ser principalmente de origen vegetal, según el resultado de este único análisis.

Resumiendo: el agua de Santa Lucía que abastece á la ciudad es de buena calidad bajo el punto de vista químico.

Riqueza microbiana.—Por las tablas de análisis del Laboratorio Bacteriológico expuestas más atrás, los promedios anuales de 1899 á 1907, han oscilado de 139 gérmenes por centímetro cúbico en el año 1900, á 323 en el año 1907. La riqueza microbiana ha ido sufriendo un aumento gradual de año en año, hasta el punto de que en los cuatro últimos años un solo mes ha tenido un promedio mensual menor de 100 bacterias por centímetro cúbico. Hagamos notar que, estos análisis han sido hechos en el agua tomada en la *cañería del Laboratorio*, y que si se comparan con los resultados obtenidos por el señor Puppo con el agua á la *salida de los filtros* en el año 1900, según la tabla ya transcripta, hay una notable diferencia, pues allí se encontró un mínimum de 54 gérmenes por c. c. y un máximum de 156. No pretendemos comparar estas cifras con las del Laboratorio Bacteriológico, pues corresponden á épocas diferentes, pero conviene hacer notar, que el hecho de que no sea analizada el agua *en seguida de la filtración*, y en los depósitos de distribución de La Paz, es un serio defecto que la Municipalidad debía de subsanar lo más pronto posible, pues la Empresa siempre discutirá que el agua aumenta su riqueza en gérmenes en el largo trayecto que tiene que recorrer para ser distribuída, á pesar de la más prolija filtración.

Para juzgar del valor higiénico de un agua, en relación al número de gérmenes que contiene, se ha usado de una tabla confeccionada por Miquel (20) y que dice así:

---

(20) MIQUEL: «Manual Pratique d'analyse bactériologique des eaux», París, 1891.

	Bacterias por c. c.
Agua excesivamente pura.	0 á 10
» muy pura	10 » 100
» pura	100 » 1,000
» mediocre.	1,000 » 10,000
» impura	10,000 » 100,000
» muy impura	100,000 para arriba.

Según esta tabla, el agua de abastecimiento de Montevideo, que, como máximum ha tenido un promedio anual de 523 gérmenes por c. c. sería un *agua pura*, por más que en ciertos meses del año la cifra de gérmenes se ha aproximado á 1,000 y en octubre de 1907 ha llegado á 2,588.

Las cifras de la tabla de Miquel, indican sólo una relatividad, desde que más que el número, tiene importancia la naturaleza de los gérmenes. Pero, aún debe tenerse en cuenta en las tablas de numeración, el número de días transcurridos entre la siembra y la numeración; el número de colonias aumenta cada día, y con una misma agua pueden obtenerse cifras muy diferentes según el día en que se hace el recuento de las colonias, y que varía de ocho á veinticinco días.

Miquel y Cambier han publicado una tabla con la proporción de colonias que se obtienen en siembras sobre placas de gelatina, día por día, durante una quincena, y con la cual podrían relacionarse las numeraciones de colonias obtenidas en días diferentes.

En el Laboratorio de Montsouris en París se hace la numeración según el consejo de Miquel á los quince días, en nuestro Laboratorio Municipal de ocho á diez días, y en Norte América [21] y en Alemania siguiendo las «Reglas del Comité Imperial de Higiene», la numeración se hace á las 48 horas, no debiendo pasar de 100 el número de colonias por centímetro cúbico. [22]

En la provisión de agua de Montevideo, no se ha convenido nada entre la Empresa y la Municipalidad en lo relativo al número máximo de gérmenes que pueda tener el agua; pero nos parece muy justa la cifra de 100 aconsejada por Koch, en las reglas conocidas por su nombre y aceptadas por el «Comité Imperial de Higiene de Alemania». Se dirá que muchas aguas buenas, pueden tener

---

(21) Le Couppey de la Forest: «Sur la construction, la conduite et la surveillance rationelle des filtres a sable, et sur les qualités hygieniques des eaux produites par des pareils filtres aux Etats-Unis d'Amerique».—Revue d'Hygiene, Paris 1904.

(22) Le sol et l'eau.—«Traité d'Hygiene», par Brouardel et Mosny.

H. Chabal: «Filtracion par le sable des eaux d'alimentation», Revue d'Hygiene, 1902.

y tienen en realidad mayor número de gérmenes sin que se hayan citado males por su uso. Aún cuando el hecho sea cierto, conviene tener en cuenta que las reglas de Koch fueron formuladas para uso de los filtros de arena lentos, sistema inglés, semejantes á los usados por la Empresa del Agua de Santa Lucía entre nosotros, y que después de muchos exámenes del eminente bacteriólogo llegó á la conclusión de que un *filtro bien construído y bien conducido* deja pasar un agua que da siempre menos de 100 colonias por c. c. á las 48 horas; y que el hecho de que el número de colonias suba de la cifra citada, indica un *mal funcionamiento del filtro*, y por lo tanto el agua que pasa puede ser mala, razón por la cual debe ser clasificada de *sospechosa.*

Aplicando ese criterio al agua de consumo de Montevideo, se deduce que la purificación que en ella se hace, no es siempre perfecta, y que los purificadores Anderson instalados en la Usina de Santa Lucía, no dan el resultado que otras instalaciones semejantes harían esperar.

En efecto, según los análisis del señor Puppo, más atrás transcriptos, la disminución de la materia orgánica en el agua del río de Santa Lucía, fué en 1900 de 26.37 por ciento, mientras que según muchos autores, entre otros F. y E. Putzeys [23] debe ser de 30 á 50 por ciento. Igualmente la disminución de bacterias ha sido sólo de 26.65 por ciento. En cuanto á los filtros de arena de la Usina de Santa Lucía produjeron en la época en que fueron realizados los análisis del señor Puppo, una buena purificación, pues el número de gérmenes disminuyó en un 99.57 por ciento, como puede comprobarse por el cuadro que en otro lado hemos transcripto.

Pero, las variaciones en el número de gérmenes del agua demuestra, como decíamos, irregularidades en la marcha de la epuración del agua.

La mejor prueba de lo que decimos, la tenemos en el agua suministrada á la ciudad durante el mes de octubre de 1907, y cuyos análisis bacteriológicos diarios dejamos más atrás transcritos. En ese mes el promedio de bacterias se elevó á una cifra no alcanzada nunca, 2,588 colonias por c.c. y en los días que van del 9 al 24 el agua llegó á tener una enorme cantidad de bacterias oscilando entre 11,640 y 1,120. El agua en esas condiciones deja de ser *sospechosa* para convertirse en *mala*. Es verdad, que á partir del día 25 de ese mes la cifra de bacterias bajó rápidamente para mantenerse hasta ahora en las condiciones de agua *buena*. Es difícil determinar la causa de esa altera-

---

(23) F. Y E. PUTZEYS: «Approvisionnement comunal».—Fascículo XIV del «Traité d'Hygiene, par Brouardel et Mosny.

ción del agua, y lo primero que ocurre sospechar es que el día 8 se ha producido un grave desperfecto en algunos de los filtros, y que á pesar de eso, la Empresa dejó venir el agua mal filtrada á la ciudad.

En efecto, el día 8 de octubre el agua tenía solamente 60 bacterias por c. c., y al día siguiente presenta la enorme cifra de 7.516, para subir durante los tres días siguientes arriba de 10,000. Esta subida rápida de un día para otro, ¿no parece estar diciendo que el día 9 hubo un cambio de agua, y que durante varios días la población recibió un agua que no era la habitual?

Podría aún sospecharse, que durante unos días, el agua no fué filtrada. Sin embargo, la composición química del agua durante esos mismos días, según análisis que poseemos del Laboratorio Municipal, no demuestra una composición diferente de la habitual, aún en la cantidad de materia orgánica. Sin embargo debemos decir que la disposición de las cañerías de la Usina permitiría distribuir á la ciudad agua sin filtrar.

En efecto, existe un caño por medio del cual las bombas pueden sacar directamente el agua de los depósitos de *decantación*, para arrojarla á los de *distribución en «La Paz», sin pasar por los filtros,* y de éstos correr en las cañerías de distribución de la ciudad. La situación de este caño la hemos visto marcada en un plano de las instalaciones generales, en una visita que hicimos á la Usina de Santa Lucía.

Los hechos apuntados aconsejan que la Municipalidad establezca un control de las operaciones de purificación del agua, haciendo suprimir el caño que permite bombar agua sin filtrar, haciendo que en su marcha normal no puedan saltearse los filtros, y disponiendo también el control de manera que sea posible analizar el agua del río en su curso natural, y á la salida de los filtros, para poder llegar á un conocimiento perfecto del valor de las operaciones de depuración que ejecuta la actual Empresa.

Ya que hemos hablado de la visita hecha por nosotros á la Usina de Santa Lucía, consignemos aquí nuestra impresión sobre las instalaciones y las operaciones de depuración. El plan general que se sigue para la depuración es bueno, y creemos que las operaciones se hacen con todo cuidado, pero se procede un poco empíricamente; no hay un personal científico que dirija y controle la marcha de la purificación; se juzga de la buena ó mala marcha de los filtros, según el mayor ó menor grado de transparencia del agua; allí no hay ninguna oficina de análisis; en una palabra, se confía en que, con una buena instalación el agua que se obtenga debe ser buena. Casi podría decirse, que la Empresa no sabría dar una explicación razonable de por qué el agua en octubre de 1907 tenía tan gran cantidad de bacterias. Las instalaciones de la Usina son buenas, bien construídas y bien dispuestas pero son ya algo insuficientes para el consumo que actualmente se

hace del agua de Santa Lucía; según las propias palabras del señor director de aquella Usina, no pueden dar más de lo que dan ahora, y eso funcionando día y noche. La Empresa está haciendo nuevas instalaciones, de las que nos ocuparemos más tarde.

Continuemos entretanto con el estudio de la riqueza bacteriológica del agua. Además del número de bacterias, debe tenerse en cuenta la naturaleza de los gérmenes que contiene el agua, y ya hemos dicho que para los higienistas modernos, la calidad de los gérmenes tiene más importancia que el número total;—por más que como dice Koch, un número grande de gérmenes indica que el agua ha sido contaminada por substancias orgánicas en descomposición muy ricas en gérmenes y entre los cuales puede haber algunos verdaderamente patógenos.

De los análisis practicados en el Laboratorio Bacteriológico Municipal, resulta que el agua de Santa Lucía, tomada en la cañería domiciliaria, cultiva con relativa frecuencia el *coli comunis;* y aún en algunos pocos casos el bacillus ha estado en estado *virulento*. El señor E. Puppo (24) dice que durante sus experiencias (año 1900) ha podido aislar más de una vez el *coli comunis* en el agua suministrada á Montevideo.

En páginas anteriores dejamos consignados los resultados de las últimas investigaciones del Laboratorio Bacteriológico Municipal, de las que resulta que durante una semana, el agua de la ciudad tenía cinco días el coli-bacillus y otros tres no existía, y que además por tres veces el coli se mostró virulento.

El *coli comunis*, ha dado lugar á largas y numerosas discusiones sobre su origen y el papel que juega en el desarrollo de ciertas infecciones intestinales. Clasificado primero por algunos bacteriólogos, como pariente cercano del bacillus de Eberth, y acusado por lo tanto de producir como aquél la tifoidea, ó una forma especial de esta infección, fué más tarde inocentado de culpas que se declararon no pertenecerle, pero considerándolo siempre como peligroso, y como indicio tobre todo de una polución del agua de origen animal. A la luz de estas ideas, se creyó encontrar en la presencia del *coli* en un agua, el índice más seguro para declararla de mala calidad. Pero, nuevas investigaciones demostraron á su vez, que el llamado bacillus del colon, se encuentra habitualmente en la superficie de la tierra, y que por intermedio de las lluvias pasa á las aguas corrientes de superficie, y muchas veces también á las aguas surgentes de la profundidad, hasta el punto de haberse emitido la opinión de que el agua de los ríos era el medio habitual de vida de este germen, al igual de

(24) E. PUPPO. Loc. citado.

los terrenos y al igual del intestino grueso del hombre y de los animales. En efecto, numerosos análisis demuestran que el coli-comunis se encuentra siempre en el agua de los ríos que atraviesan regiones pobladas. Y aún en ciertas aguas de fuentes se encuentra con gran frecuencia como lo comprueban los análisis de las aguas de fuente que surten á París. Chantemesse lo ha encontrado en *todas* las aguas de París, y según Miquel, ha existido en 1902, en el agua de la Vanne en el 91 °/o de los análisis, en la de Dhuys un 63 °/o y en la del Avre un 55 °/o. (25). Del hecho de que muchas aguas usadas para el consumo de las poblaciones contuvieran el *coli-comunis* sin mayores inconvenientes, nació una nueva opinión de que él no podía ser perjudicial para el hombre, que por otra parte lleva en su tubo intestinal cantidades inmensamente mucho mayores de las que pueda ingerir en un agua de bebida que lo contenga.

Se ha pensado que, la determinación del grado de virulencia del coli comunis podría dar la norma para juzgar del valor del agua que lo contiene. Y se han empleado para constatar dicha virulencia, las inyecciones en animales pequeños. Y así, según el modo de comportarse las culturas inyectadas á los conejos, cuíses, etc., el coli puede ser considerado ya como un simple *saprofito* inofensivo, ó como un peligroso *virulento* capaz de los peores males.

Pero hasta la noción de la *virulencia* ha tenido sus incrédulos en lo que al coli-comunis del agua se refiere. Savage, (26) en 1903, decía que se habían podido aislar coli-comunis virulentos para el cobaya, de aguas reconocidas como muy puras, y Vincent (27) sostiene en 1905, que no hay ninguna relación entre el grado de alteración de las aguas, determinado por las culturas, y la virulencia del coli que se ha aislado; y agrega: «tal agua muy infectada ha dado coli bacillus avirulento; tal otra, igualmente rica en gérmenes, poseía un bacilo mortal para la cobaya. En fin, ciertas aguas de fuentes, aunque puras, encerraban un bacilo coli que mataba los animales». Más modernamente Kruse, en un articulo publicado en enero de este año, sobre higiene de las aguas, en el *Zeitschrift für Hygiene*, después de estudiar las experiencias y opiniones de muchos autores sobre la frecuencia y valor del coli en las aguas, llega en conclusión á la siguiente opinión: «Lo más esencial es que, el encuentro del coli virulento no demuestra nada contra su bondad».

---

(25) H. VINCENT: «Sur la signification du bacille colicomunis dans les eaux potables». Annales de l' Institut Pasteur, 1905.

(26) W. G. SAVAGE: The pathogenicity of B. Coli en relation of the bactheriological examination of water. (Journal of higiene, 1903)

(27) H. VINCENT. Loc. cit.

En la actualidad con Savage, Kaiser (28), Hagemann (29), Vincent, Freudenreich, Petnischsky y Pusch (30), se trata de dar más valor á la mayor ó menor abundancia de coli en el agua. Así Vincent ha formulado la siguiente tabla para juzgar de la calidad del agua según su riqueza en *coli-bacillus*:

NÚMERO DE COLONIAS DE BACILLUS COLI		SIGNIFICACIÓN
por c. c.	por litro	
10 á 50 ó más	—	Agua muy sucia por materias fecales, peligrosa para bebida.
1 á 10	—	Agua mala, impropia para bebida.
	100 á 1,000	Agua sospechosa, ya en período de infección, ó de declinación de contaminación más grande.
	10 á 50	Agua de buena calidad.
	0	Agua muy pura.

Según el mismo Vincent las aguas infectadas por materias fecales, ó animales en putrefacción, encierra una cantidad más elevada de microbios anaerobios.

Es de sentirse que los análisis que hemos transcrito no digan nada respecto al número de coli que contenía el agua en los días en que el análisis era positivo, pues no es posible deducir ninguna consecuencia del hecho de la existencia de ese bacillus, desde que, no sólo no existe constantemente, sino que aparece y desaparece de un día para otro, como se puede ver en los análisis. Por otra parte, el agua analizada es tomada de la misma cañería del Laboratorio, y en realidad no pueden tener esos análisis el mismo valor que si fueran hechos con el agua recién salida de los filtros. Además, parece que, cuando se siembran grandes cantidades, de 20 á 1,000 centímetros cú-

(28) KAISER. Uber die Bedeutung des Bacterium Coli in Brunnenwasser, referata in «Revue d'Hygiene», 1905.

(29) HAGEMANN. Zur Coli-Frage beider Beurtheilung des Wasserverunreinigung, referata in «Revue d'Hygiene», 1905.

(30) Citados por Vincent, loc. cit.

bicos, todas las aguas superficiales y casi todas las fuentes, cultivan colis, más ó menos virulentos.

En resumen: el agua de abastecimiénto de Montevideo por el número de sus gérmenes, que no han llegado á 1,000 durante nueve años, salvo la excepción de octubre de 1907, entra en la categoría de *aguas puras* según la tabla de Miquel.

Dos elcmentos de juicio nos quedan todavía para juzgar de la calidad del agua de consumo de Montevideo, y son el estudio de la cuenca hidrográfica del río Santa Lucía, y la mortalidad y morbilidad por fiebre tifoidea en Montevideo.

La *cuenca hidrográfica* del río Santa Lucía debe ser estudiada aquí, solamente en las proximidades del punto de captación de la Empresa de Aguas Corrientes. En efecto, el río Santa Lucía tiene un curso enorme, pues naciendo en las sierras de Minas por el arroyo de San Francisco, va á desaguar en el Río de la Plata. Cerca de sus orígenes el arroyo San Francisco pasa en la vecindad de la ciudad de Minas, y en él se bañan sus habitantes durante el verano, y se lavan ropas durante todo el año; pero la ciudad de Minas está tan lejos del punto de captación de la Empresa, que se puede asegurar que, una causa de infección intensa de las aguas del arroyo San Francisco, no se hará sentir en el sitio de captación, pues las aguas de Santa Lucía se habrán depurado por ese maravilloso procedimiento natural llamado *auto-purificación*, propio á todas las corrientes de aguas superficiales, y en el cual intervienen múltiples factores, como el oxígeno del aire, la luz solar y la fauna y flora de los ríos, sin olvidar á los mismos microbios que se destruyen unos á los otros en una constante *struggle for life.*

Concretándonos, pues, á las proximidades del antiguo Paso de las Piedras, al lado del cual ha ce su *toma* la Empresa, tenemos que: unos cientos de metros más arriba desagua el arroyo *Canelón Grande*, por intermedio de una especie de *bañado* llamado *Mataojo*, de aguas escasas, que corren en terrenos bajos, que se inundan á la menor creciente, y cuyas aguas han sido consideradas como muy malas según análisis practicados en 1888 por el Prof. Arechavaleta, quien en un informe (31) decía textualmente: «La cuenca hidrográfica del Canelón Grande está compuesta de terrenos pantanosos (bañados) en que se produce una vegetación acuática que después de desarrollarse, florecer y fructificar, muere, contaminando las aguas con sus materias orgánicas descompuestas». Acompaña á ese informe un cuadro

---

(31) Memoria de la Junta E. Administrativa de Montevideo, año 1888.

con el análisis químico comparativo del agua del río Santa Lucía y del arroyo Canelón Grande, cerca de su desembocadura, y del cual resultan confirmadas las opiniones que consigna en su informe. Como conclusión, el Prof. Arechavaleta aconsejaba se cambiara el punto de captación hacia arriba de la desembocadura del Canelón Grande, opinión que hizo suya la Junta por resolución del 20 de julio de 1888. Fuera de esta causa de contaminación, el río Santa Lucía, á pocos kilómetros más arriba del punto de captación de la Empresa, tiene dos importantes poblaciones en sus orillas, la villa de «Santa Lucía», y la de «25 de Agosto», cuyos habitantes lavan sus ropas en el río. Un poco más lejos hacia arriba, desagua el arroyo *Santa Lucía chico*, que pasa en la vecindad de la ciudad de «La Florida», á cuyos habitantes sirve de lavadero; pero dada la lejanía á que está situada esta ciudad de «La Florida», creemos que poco se hará sentir cualquier causa de contaminación sobre el río de Santa Lucía.

Además de las poblaciones indicadas, las dos orillas del río, en la proximidad del punto de captación, están muy pobladas y la mayoría de los campos son dedicados á la labranza. Existen por lo tanto tres focos poderosos de contaminación en la vecindad del punto de captación del agua de Santa Lucía: 1.º el arroyo Mataojo ó Canelón Grande; 2.º las villas de «Santa Lucía» y de «25 de Agosto»; y 3.º las numerosas poblaciones particulares situadas en sus orillas y la gran extensión de campos de labranza.

No creemos necesario extendernos más sobre los peligros que los pueblos y poblaciones particulares pueden acarrear para el agua que se toma para la ciudad de Montevideo, dado el hecho de que en el río se lavan todas las ropas de sus habitantes, y la posibilidad de la propagación de la fiebre tifoidea ó del cólera, para no citar más que estas dos enfermedades de origen hídrico, si se produjeran casos de ellas entre los pobladores de esa región, favorecida la propagación por cualquier causa que alterara las condiciones de una buena purificación del agua en la Usina de Santa Lucía. Para tener una idea de la influencia que el aumento creciente de la agricultura en las orillas del río Santa Lucía, produce en la calidad de sus aguas, bastará repetir aquí una información verbal que nos dió el señor Director de la Usina de Santa Lucía, consistente en que basta la caída de una lluvia que marque 4 centímetros en el pluviómetro, para que el agua del río se enturbie, mientras que hace ocho años era necesario la caída de ocho centímetros de agua, para que ese hecho se produjera.

En resumen, dada la falta de protección de las aguas del río, en primer lugar para todo contagio de origen humano patógeno, producido por los habitantes de los pueblos y poblaciones situadas en las orillas del río Santa Lucía en la vecindad del punto de captación de

la Empresa de Aguas Corrientes, y en segundo lugar para la polución producida por el arroyo Mataojo, y los campos de labranza de sus orillas, el agua de provisión de Montevideo, aún cuando por su composición química y bacteriológica sea buena, puede llegar á ser en ciertos momentos *sospechosa*.

El último factor para juzgar de la calidad del agua de aprovisionamiento de Montevideo, es la marcha de la fiebre tifoidea en nuestra ciudad. Esta enfermedad considerada por la mayoría de los higienistas modernos como de origen hídrico, ha sido tomada como un índice para juzgar de la pureza del agua de consumo de las ciudades. Así en los años de 1901 y 1904 la «Société de Médecine Publique» de París, ha discutido en sus sesiones varias comunicaciones de Chabal [32], Livache [33], Lemoine [34], Regnier [35], sobre el valor higiénico del agua juzgado por la marcha de la tifoidea en varias ciudades de Francia y de Alemania. Brouardel ha dicho que «una ciudad paga á la mortalidad tífica el tributo que le impone su agua de alimentación». Aún cuando consideremos como algo exagerada la opinión de que el agua de bebida es el único medio de propagación y de contagio de la tifoidea, por cuanto estimamos que existen otros elementos, además del agua, que contribuyen al desarrollo de esa enfermedad, el hecho indiscutible es que en todas las ciudades del mundo, el uso de una buena agua de consumo trae como consecuencia una gran disminución de la tifoidea. No es esta la oportunidad de discutir un problema de tanta importancia cual es la patogenia de la fiebre tifoidea; y al tenor de la opinión hoy en día corriente, sobre el *origen hídrico* de esta infección, veamos si en la Estadística de Montevideo, encontramos datos para resolver sobre las condiciones de salubridad del agua de Santa Lucía.

Muchas veces se ha emitido la opinión de que el agua de consumo de Montevideo era la causa del recrudecimiento que en ciertas épocas del año sufren las infecciones intestinales y la tifoidea en esta ciudad.

En el año 1893, con motivo de unos análisis de los doctores Morelli y Mondino, según los cuales resultaba que el agua de Santa Lucía tenía el *coli-comunis* al estado de virulencia, y al cual dichos señores atribuían los casos de *tifoideas anómalas* que en esos

---

(32) H. Chabal—La fievre typhoide et l'eau du Seine filtreé. «Revue d'Hygiene», 1901.
H. Chabal—Les filtres a sable et la fievre tiphoide en Allemagne. «Revue d'Hygiene», 1901.
(33) A. Livache—La fievre typhoide a Paris, et l'eau de riviere filtreé. «Revue d'Hygiene», 1904.
(34) G. H. Lemoine—La fievre typhoide a Paris en 1901. «Revue d'Hygiene», 1904,
(35) Regnier—La fievre typhoide a Paris en 1900. «Revue d'Hygiene», 1901.

momentos existían en la ciudad, se ordenaron por la Dirección de Salubridad estudios para determinar el grado de verdad de esa denuncia.

El doctor Solari, director entonces del Laboratorio Municipal, llegó después de un número de experiencias á la conclusión, de que el agua de Santa Lucía contenía el *coli comunis*, pero en muy pequeña cantidad y que no era virulento. En ese mismo asunto el doctor Honoré (Médico Municipal) produjo un interesantísimo informe, que es verdaderamente lamentable no haya sido publicado, en el cual hace un detallado y concienzudo estudio de la marcha de la tifoidea en Montevideo y sus alrededores, y del cual resulta que la tifoidea se presenta en esta ciudad en los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril, que tiene un descenso en el mes de febrero y un mayor aumento en abril, para disminuir rápidamente en mayo y concluir por desaparecer casi completamente en todos los otros meses del año; que este aumento tiene relación directa con el aumento de la temperatura y con las lluvias caídas, y llegaba á la conclusión de que el *coli-comunis* no tiene influencia sobre estos estados infecciosos intestinales, y que el agua de Santa Lucía debía ser inocentada de la acusación de propagadora de la tifoidea.

El mismo doctor Honoré [36], por su cargo de Director de la Casa de Desinfección, ha podido constatar que el número de casos de tifoidea desarrollados en la planta suburbana de la ciudad son *tres veces más numerosos*, aproximadamente, que los desarrollados en la parte urbana. Y hagamos notar que es precisamente la parte *suburbana* la que está casi desprovista de servicio de aguas corrientes y de cloacas, teniendo las casas aljibes ó pozos superficiales, y letrinas con depósito de materias fecales.

En el «Resumen Anual de Estadística Municipal del Departamento de Montevideo» correspondiente á los años 1904, 1905 y 1906, encontramos unos cuadros relativos á los casos de tifoidea en relación con el agua que se usaba en las casas de los enfermos. Los cuadros dan el siguiente resultado:

AÑO 1903

Casos de tifoidea:

En casas donde se usaba aguas corrientes. . .	106
» » » » » » de pozo ó aljibe.	235

(36) Informes personales.

AÑO 1904

Casos de tifoidea:

En casas donde se usaba aguas corrientes. . . 83
» » » » » » de pozo ó aljibe. 174

AÑO 1905

Casos de tifoidea:

En casas donde se usaba aguas corrientes. . . 54
» » » » » » de pozo ó aljibe. 109

AÑO 1906

Casos de tifoidea:

En casas donde se usaba aguas corrientes. . . 111
» » » » » » de pozo ó aljibe. 217

AÑO 1907

Casos de tifoidea:

En casas donde se usaba aguas corrientes. . . 105
» » » no se usaba agua corriente. . . 114

Los porcentajes que corresponden á estos años, en los casos de tifoidea, son:

AÑO 1903

Casas *con* agua corriente. . . . 31.09 por ciento
» *sin* » » . . . . . 68.91 » »

AÑO 1904

Casas con agua corriente. . . . 32.30 » »
» sin » » . . . . . 67.70 » »

AÑO 1905

Casas con agua corriente. . . . 33.12 » »
» sin » » . . . 66.88 » »

AÑO 1906

Casas con agua corriente. . . . 33.84 » »
» sin » » . . . . . 66.16 » »

AÑO 1907

Casas con agua corriente. . . .	43 38	»	»
» sin » »	52.62	»	»

Según estas cifras, las casas que no usan el agua corriente, dan á la tifoidea una contribución doble de aquéllas que la usan.

La *Ciudad de Montevideo* no tiene una estadística propia, pues no coinciden los límites de sus secciones judiciales con los de la ciudad, que por otra parte han sido extendidos en diversas épocas, razón por la cual entre nosotros no se puede hablar sino del *Departamento de Montevideo*, lo que es una cosa muy diferente de la *ciudad*. Por lo tanto no hay ninguna estadística que nos diga cuántos habitantes tiene la *ciudad de Montevideo*, y en consecuencia no es posible deducir proporciones en relación á la mortalidad de tifoidea en toda la ciudad de Montevideo. Además, aún dentro del perímetro de la ciudad, una parte de ella, está desprovista de los servicios de aguas corrientes y de cloacas, y por consiguiente, tampoco son comparables las cifras de las diferentes secciones judiciales, en lo que con la mortalidad se relaciona.

Pero es posible hacer una estadística parcial sobre la mortalidad de un conjunto de secciones judiciales que tengan condiciones iguales de salubridad. Las siete primeras secciones de Montevideo, comprenden la península de la ciudad limitada al Norte, Oeste y Sur por el mar, y al Este por la calle Gaboto, y todavía al Norte por la calle Miguelete hasta la Bahía. Toda esta parte de la ciudad está bien edificada, tiene empedrado, cloacas y aguas corrientes. Por otra parte, en el «Resumen Anual de Estadística Municipal» de los años 1904-1906 encontramos cuadros que clasifican la mortalidad de tifoidea por cada sección judicial, y los datos anteriores á 1904 y los de 1907 nos han sido dados galantemente en la Oficina del Censo Municipal. Las secciones judiciales 1.ª á 7.ª tenían, según censo de 1889, una población de 117,859, que agregada á 3,853 correspondientes al Puerto, dan 121,712 habitantes; estas secciones deben haber aumentado algo de población, pero para nuestros cálculos la supondremos como constante desde aquel año, y en números redondos 120,000 habitantes. He aquí el cuadro y el porcentaje de mortalidad por tifoidea, durante diez años, de 1898 á 1907.

Casos de defunción por tifoidea ocurridos en las secciones 1.ª á 7.ª de la ciudad de Montevideo durante diez años

	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Sección 1.ª	5	2	—	5	2	--	1	—	2	1
» 2.ª	—	—	2	4	3	2	2	1	4	—
» 3.ª	6	3	1	—	2	2	2	4	6	2
» 4.ª	1	2	2	2	2	3	1	1	2	1
» 5.ª	3	1	3	2	1	4	1	1	2	1
» 6.ª	1	—	1	—	2	2	3	1	3	2
» 7.ª	3	2	4	8	5	3	2	1	4	1
	19	10	13	21	17	16	12	9	23	8

Deduciendo la proporción de defunciones de cada año por cada 10,000 habitantes, proporción que todos los autores establecen, tenemos los siguientes cocientes:

Proporción de defunciones de tifoidea en las secciones 1.ª á 7.ª de la ciudad de Montevideo, por cada 10,000 habitantes durante diez años (1898 á 1907).

1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
1.58	0 80	1.80	1.75	1 42	1.33	1.00	0.75	1.91	0.66

Creemos es suficiente el enunciado de estas bajas proporciones que no la tienen muchas de las ciudades alimentadas con aguas de fuente, para deducir que, si según la frase de Brouardel una ciudad paga á la tifoidea el tributo que le impone su agua de alimentación, el agua que abastece á Montevideo, es de *buena* calidad.

Resumiendo lo que á la calidad del agua de abastecimiento de Montevideo llevamos dicho, tenemos que: esta agua por su composición química y riqueza bacteriológica debe ser considerada como

buena; que sin embargo, en muy raros y pequeños períodos el agua ha presentado una riqueza microbiana que la aproxima á un *agua mediocre* de la clasificación de Miquel, pero que, además, atendiendo á la falta de protección contra las poluciones de origen humano de la región de captación y sus vecindades, así como de la falta de todo control científico, por parte de la Municipalidad, de las operaciones de depuración, esta agua aunque *buena* en la casi totalidad de los casos, debe ser mirada ante el rigorismo de una higiene previsora como *sospechosa en ciertos momentos.*

3.° Cantidad disponible

En una instalación de *agua filtrada* sobre arena, con *filtros lentos* sistema inglés, como los que utiliza la Compañía de Aguas Corrientes de Montevideo, la cantidad máxima de agua disponible se calcula sobre la base de que la rapidez de filtración no debe ser mayor de *10 centímetros por hora y por metro cuadrado,* lo que da 2.40 metros cúbicos por día y por metro cuadrado de filtro. En verdad que muchas instalaciones que usan los purificadores Anderson, para tratar las aguas del río antes de la filtración, han pasado esta cifra, y la misma Compañía de Aguas Corrientes, en el Memorándum que acompaña á este Informe, nos dice que á veces en épocas de verano, sus filtros han dado 15 centímetros por hora y metro cuadrado.

Dada la poca influencia que los purificadores Anderson parecen haber producido en la disminución de la cantidad de materia orgánica (26.37 por ciento) y en el número de microbios (26.68 por ciento) según resulta de los análisis realizados por el señor E. Puppo en 1900, opinamos que sería peligroso pasar la cifra de 10 centímetros por metro cuadrado y por hora, que por otra parte es la fijada en todas las instalaciones de Alemania y de Francia, donde se usan los filtros lentos.

Sobre la base, pues, de esa cifra, tenemos que. siendo la superficie total de los filtros que posee la Compañía de Aguas Corrientes, de 6,000 metros cuadrados, á razón de 2.40 metros cúbicos por día, el *máximum de agua que se puede purificar es de 14,400 metros cúbicos en cada día;* ó lo que es lo mismo: *el máximum de agua de que puede disponer la población de Montevideo, en la actualidad, es de 14,400 metros cúbicos por día ó sea 5:256,000 metros cúbicos al año.*

La Compañía en su Memorándum ya citado, dice que con las nuevas instalaciones que se están implantando y que consisten en calderas, máquinas de bombeo, depósito de distribución en Las Piedras y una línea principal de distribución,—podrá llegar á la cifra de 58,700 metros cúbicos diarios. Pero hacemos notar que en esas instalaciones que *se están implantando en la actualidad* no figuran nuevos fil-

tros; de manera que no sabemos de dónde va á sacar la Compañía los 58,700 metros cúbicos diarios que nos ofrece, cuando hemos visto que sus filtros *no deben* dar más de 14,400 metros diarios, aún suponiendo que ninguno se inutilice, y no contando tampoco el tiempo de limpieza periódica de los mismos.

Consideremos, pues, solamente, sobre la base de los 14,400 metros actuales y veamos cuánta cantidad tiene á su disposición cada habitante. Teniendo en cuenta la extensión de las cañerías establecidas, se puede calcular que no baja de 300,000 el número de habitantes que deberían beneficiar del servicio de aguas corrientes. Sobre esta base, tenemos que correspondería 46 litros por habitante y por día.

Esta cantidad de 46 litros por día y habitante está muy por debajo de las cantidades mínimas que establecen todos los autores, como necesarias para una población.

Las cantidades de agua distribuída á la ciudad de Montevideo, durante los últimos diez años, es, según los datos de la Compañía, de:

Año 1898	3:187,088	metros	cúbicos
» 1899	2:930,208	»	»
» 1900	2:919,785	»	»
» 1901	2:873,463	»	»
» 1902	2:749,072	»	»
» 1903	2:915,197	»	»
» 1904	3:027,823	»	»
» 1905	3:061,848	»	»
» 1906	3:205,181	»	»
» 1907	3:606,469	»	»

El número de servicios instalados á fines del año 1907, era de 15,821, comprendiendo los edificios públicos, pero no los servicios de parques, plazas, jardines, riego, fuentes, incendios, etc. Puede calcularse con esa cifra, que la mitad de las casas de la ciudad no están provistas de agua corriente, pues un cálculo aproximado, hace suponer que el número de casas en la actualidad en Montevideo oscila al rededor de 30,000 La cantidad de agua consumida es poca, aún relacionándola nada más que para el número de servicios establecidos. Un cálculo aproximado, nos demuestra que deduciendo el 20 % de la cantidad distribuída para los servicios públicos, la cantidad que queda, ha correspondido alrededor de 50 litros diarios para cada consumidor, contando entre ellos los establecimientos públicos como cuarteles, cárceles, hospitales, etc.; y en esos 50 litros están comprendidos todos los usos, de bebida y de higiene corporal y domiciliaria.

¿Qué cantidad de agua debía tener disponible Montevideo, según

los últimos datos de la Higiene? Todos los tratados de higiene traen cálculos hechos en diversas ocasiones para deducir la cantidad que necesita una ciudad para estar bien alimentada de agua. Mucho se ha exagerado á este respecto; por todos lados está citada como un axioma la célebre frase de Foucher, de que se necesita tener demasiada agua, para tener la suficiente; y como corroboración se citaba la ciudad de Roma y las ciudades de Norte América con sus enormos provisiones de agua alcanzando á cerca de 1,000 litros por habitante y por día, y parecía que las cosas debían aumentar aún, pues cada ciudad importante de Norte América, queriendo sobrepasar á sus rivales, proyectaba grandes obras de agrandamiento de sus provisiones para dar á sus habitantes mayores cantidades aún. Pero en la actualidad se ha reaccionado, justicieramente; el agua que se distribuye cuesta dinero, y arrojarla á los desagües sin necesidad y para darse el lujo de figurar como grandes consumidores, es un verdadero derroche de las finanzas municipales. Ha bastado que se impusiera el contador en los domicilios y el pago según el consumo, para que las elevadas cifras de 500 y 700 litros por día y habitante de muchas ciudades norteamericanas se redujeron á 200 y aun á menos. Según publicaciones actuales, muchas ciudades alemanas no consumen más de 100 litros por habitante y por día.

No es posible establecer cifras precisas, respecto á la que necesitan las ciudades populosas como Montevideo. Cada ciudad constituye un caso especial, y fuera de los 50 litros que por día y habitante se establecen para los usos individuales, deben calcularse las necesidades de la industria, de los establecimientos públicos, de la alimentación y limpieza de los animales, y sobre todo esto, los servicios públicos, comprendiendo las fuentes, las bocas de incendio, el riego de las calles, parques y jardines, el lavado de las cloacas, etc. Para Montevideo, no es posible hacer actualmente cálculos de ninguna clase, porque no tenemos un censo reciente que sirva de base.

He aquí, según Bechmann (37), las cantidades disponibles en ciertas ciudades de más de 200,000 habitantes.

AÑO 1895

Ciudades	Habitantes	Litros por habitante y por día
París	2:500,000	200
Londres	5:633,332	159
Berlín	1:700,000	68

(37) G. Bechmann.—Salubrité urbaine. Distribution d'eau et assainissement. 2.ª edition. París, 1898.

Ciudades	Habitantes	Litros por habitante y por día
Nueva York.	1:500,000	300
Chicago	1:099,850	530
Filadelfia	1:046,964	500
Viena	1:355,000	75
San Petersburgo	960,000	150
Nápoles	481,500	200
Marsella	406,919	765
Burdeos	252,654	218
Lyon	401,930	116
Glasgow	840,000	225
Mánchester	505,343	114
Liverpool	517,951	112
Hamburgo	583,700	218
Colonia.	265,000	164
Munich.	373,000	152
Breslau.	342,000	83
Dresde.	295,700	82
Baltimore	434,439	360
Boston	448,477	305
San Francisco	298,997	230
Roma	437,419	1,000 ?
Bombay	810,000	230

La ciudad de Montevideo, dada su extensión, su situación marítima, su número no muy grande de industrias, podría estar bien provista con 200 litros por día y habitante, para todos sus usos domiciliarios, industriales y públicos. Sobre esa base, serían necesarios 70,000 metros cúbicos diarios ó sea veinticinco millones quinientos cincuenta mil (25 550,000) al año. Esta cantidad de agua no está en condiciones de suministrarla la actual Empresa, ni aún haciendo los aumentos de instalaciones (incluso filtros) que se tienen en vista para el futuro. Por lo tanto, la actual provisión de agua de Montevideo no puede llenar ni las actuales necesidades de la población, ni tampoco las futuras.

4.º Precio

El precio á que se expende al público el agua corriente de Montevideo es el más elevado de cuantos conocemos en el mundo. En los servicios domiciliarios se cobra *treinta centésimos de peso por metro cúbico*, y calculando los descuentos que hace la actual Compañía por

grandes consumos (industrias, establecimientos públicos, etc.) el ingeniero Víctor B. Sudriers ha calculado que el metro cúbico sale á *21 centésimos*. A esta tarifa debe agregarse el elevadísimo alquiler de los contadores, que hace subir en mucho el precio del agua.

Para darse una idea de lo que cuesta en varias ciudades el agua, tomamos de unos artículos publicados en el diario «El Día» (38) por el ingeniero Sudriers, la siguiente tabla:

Ciudades	Precio del m³ en centésimos de nuestra moneda.
Londres	3.2
Liverpool	3.
Mánchester	2.
Birmingham	3.
Glasgow	2.5
Dublín	1.4
París	1.4
Berlín	3.7
Viena	3.7
Nueva York	1.
Chicago	0.7
Filadelfia	0.8
Boston	1.6
Melbourne	1.6
Montevideo	21.

El Profesor G. Oesten (39) ha hecho una tabla con la capacidad y precio del aprovisionamiento de agua de las principales ciudades de Alemania, y del cual tomamos los siguientes datos:

Ciudades	Precio del m³ en centésimos de nuestra moneda.
Berlín	3.7
Breslau	3.7
Strasburgo	2.5
Chemnitz	2.5
Wiesbaden	4.2
Dresden	2.5

(38) «El Día». El Servicio de Aguas Corrientes. Agosto de 1906. Editoriales.

(39) G. Oesten.—Tomo I del «Handbuch der higiene» «Wasserversorgung». Pág. 123.

Ciudades	Precio del m³ en centésimos de nuestra moneda.
Bonn	1.8
Halle	3.
Zurich	1.2
Hamburgo	2.5
Freiburgo	1.7

En comparación á los precios indicados, el de 30 centésimos el metro cúbico que se paga en el consumo domiciliario en Montevideo, es una exorbitancia. No es del caso estudiar aquí las causas del precio elevado del agua en nuestra capital, que han sido consideradas ya por una Comisión especial (40) que publicó sus estudios en un informe elevado al Gobierno en 1901. Lo que nos importa saber es que, según ese informe, la actual Compañía de Aguas Corrientes está imposibilitada por múltiples razones, según declaración de la misma, para disminuir el precio del agua *en el futuro*, á mayor extensión que los precios siguientes:

Pequeños consumidores.	30 cents. el m.³
Grandes consumidores, conventillos, tambos y caballerizas, siempre que pasen un mínimun establecido	20 » » »

Sobre estos precios se cobrará un alquiler del contador.

En el futuro se prometían estas reducciones:

Cuando los servicios particulares pasen de	15,000	á 28 cents. el m.³
» » » » » »	20,000	» 24 » » »
» » » » » »	25,000	» 20 » » »

Como se ve, podemos perder toda esperanza de que, con el actual servicio, la población pueda tener agua barata, para que ella deje de ser como actualmente lo es, una elevada carga para el vecindario, impuesta por la imperiosa ley de la necesidad.

En todas las casas que utilizan el agua corriente, se gasta lo *menos que se puede;* ese consumo es una continua preocupación de los habitantes, porque es muy frecuente que una familia gaste más en el consumo del agua, que en el del pan ó en el de la leche. Muchas casas que tienen á su vez aljibes, no consumen el agua corriente sino

(40) Comisión de Estudios para la provisión de Aguas al Municipio de Montevideo. Folleto.—Montevideo.—Imprenta de «El Siglo Ilustrado».- 1902.

en las épocas de seca, ó solamente para beber; y ya hemos visto como, según un cálculo, bastante aproximado por cierto, el consumo de agua corriente entre los habitantes que utilizan ese servicio no ha pasado en el año 1907, de 50 litros diarios por habitante, contando entre los consumidores todos los establecimientos públicos, (como cuarteles, cárceles, hospitales, hospicios, etc.), y las industrias.

En tales condiciones, es de toda necesidad, y necesidad urgente, que la ciudad de Montevideo trate de establecer un nuevo aprovisionamiento de agua, aún conservando el actual.

De este detenido estudio del actual servicio de aguas corrientes de Montevideo, se deducen las siguientes *conclusiones:*

1.º El agua depurada del río Santa Lucía que consume la ciudad de Montevideo, por su composición química, debe ser considerada de *buena calidad.*

2.º Por el promedio mensual y anual del número de bacterias que ha tenido durante los últimos nueve años, que (salvo la excepción de octubre de 1907) nunca ha alcanzado á mil por centímetro cúbico, en las cañerías domiciliarias, y por falta de gérmenes patógenos constatada durante muchos años, esa agua entra en la categoría de las *aguas puras.*

3.º Que á pesar de estas buenas condiciones, la existencia de causas de poluciones peligrosas, como ser el arroyo Mataojo, los pueblos de «Santa Lucía» y de «25 de Agosto»; el creciente aumento de la agricultura en la vecindad del punto de captación; la falta de control científico de la marcha de las operaciones de purificación en la Usina de Santa Lucía; y sobre todo, la falta de protección de las aguas del río Santa Lucía contra las poluciones de origen humano, por gérmenes patógenos, y ante la posibilidad de irregularidades en la operación;—esta agua, buena en las condiciones normales, puede en ciertos momentos *llegar á ser sospechosa, y mismo peligrosa.*

4.º El uso de esta agua no tiene ninguna relación de causalidad con el desarrollo de la fiebre tifoidea, que, Montevideo al igual del resto de la República, sufre en ciertos meses del año.

5.º La cantidad de agua de que actualmente puede disponer la Capital es sumamente exigua, y muy por debajo del mínimum establecido por los higienistas; y aún en las futuras instalaciones proyectadas, la cantidad será insuficiente para compensar el futuro crecimiento de la población.

6.º Montevideo es la ciudad que paga más cara el agua de consumo, y ese precio no podrá ser reducido por la actual Compañía á un valor tan bajo, como para que el uso del agua purificada se extienda en la proporción deseada, para beneficio de la población.

7.º Corresponde, por lo tanto, preocuparse de inmediato, de agregar al actual, un nuevo aprovisionamiento de agua para la ciudad de Montevideo.

SEGUNDA PARTE

Un nuevo servicio de agua

¿DÓNDE ENCONTRAR SUFICIENTE CANTIDAD DE AGUA PARA UN NUEVO APROVISIONAMIENTO DE LA CIUDAD DE MONTEVIDEO? ¿AGUA PROFUNDA Ó AGUA DE SUPERFICIE?

Acabamos de ver que la ciudad de Montevideo necesita de una manera urgente, aumentar el caudal de su aprovisionamiento de agua, de modo de tener toda la que necesite en la actualidad y en el futuro, y dada á domicilio á un precio que oscile entre 5 y 10 centésimos, á fin de que toda la población pueda aprovechar de los inmensos beneficios de tan poderoso medio de salubrificación urbana.

Pero, ¿á dónde dirigirse para encontrar la suficiente cantidad de agua buena, para un nuevo aprovisionamiento? ¿Se debe buscar agua profunda ó agua de superficie? ¿Agua de fuente ó agua de río?

He aquí una pregunta que, hace solamente doce años, hubiera constituído una verdadera *herejía científica*, y que ningún higienista, cuidadoso de su buena reputación, se hubiera atrevido á formular. Es que hasta hace muy pocos años aún, todo el mundo científico estaba uniformemente de acuerdo en que las únicas aguas que podían servir para el consumo de las ciudades, eran las aguas de fuentes; y que, solamente por falta de ellas, podía buscarse á satisfacer las necesidades de una población con el uso del agua de río.

La noción de la pureza de las aguas de fuente, constituyó, desde la antigüedad, un dogma, que pasó, puede decirse, por tradición al través de tantos siglos sin ser discutido ni ser sospechado. En todos los tratados de Higiene se consignaba, y todas las Corporaciones científicas lo admitían. Ese *dogma*, pareció recibir la definitiva consagración, que por otra parte no le era necesaria, con el triunfo de las ideas de Belgrand para dotar á París de aguas de fuentes, captadas á gran distancia y conducidas á la ciudad á costa de grandes sacrificios pecuniarios. Y lo que hizo la «*Ville Lumiére*», fué considerado como lo mejor; y como dice Bechmann (41) todas las ciudades

---

(41) Discusión de la comunicación de H. Chabal «Les filtres a sable, etc.» Revue de Hygiene.—1901.

Discusión de la Communicación de Couppey de la Forest: «Les filtres á sable aux Etats Unis d'Amerique», etc.— Revue d'Hygiene.—1904.

de Francia fueron arrastradas en ese mismo camino, porque ninguna quería ser menos que la capital.

Es que, en efecto, las aguas límpidas, transparentes, frescas, de ningún sabor ó de sabor agradable, de las fuentes, naciendo en agrestes parajes, rodeadas de pintoresca vegetación, tenían que llamar la atención del hombre, que, seducido por este aspecto exterior tentador, las ha utilizado para satisfacer sus necesidades, y las ha declarado insuperables en comparación á las aguas de los ríos, siempre turbias, siempre de mal aspecto y á veces de mal sabor.

Entre nosotros, estas ideas no podían dejar de ser admitidas por nuestro pequeño mundo científico. Y tan ciega confianza se tenía en las virtudes de pureza de las aguas de fuentes, que, en la propuesta presentada por la Empresa del «Canal Zabala» en 1894 para proveer de agua á Montevideo, se decía: «Si se encontrasen aguas surgentes en cantidad suficiente para abastecer á la población de Montevideo, la Empresa estará obligada á prolongar la cañería hasta alcanzar á 25 leguas á fin de conducir aquellas aguas». Esta misma confianza se transparenta en el informe en que la Inspección Departamental de Obras Públicas (42), trataba la propuesta de 1891, de los mismos señores, y en el que se decía que lo ideal para el aprovisionamiento de agua de una ciudad era el agua de fuente, y que por lo tanto era indispensable, antes de resolver nada al respecto, averiguar previamente si sería posible ó no proporcionar aguas *naturalmente puras*.

El Director del Laboratorio Municipal decía también que, el desiderátum sería poseer aguas surgentes, potables, captadas al salir á la superficie de la tierra, y conducidas en tubos cerrados é impermeables hasta el domicilio del consumidor, y que no está averiguado que Montevideo deba renunciar á tener ese elemento en semejantes condiciones. De nuevo en 1894 (43) el Ingeniero Departamental, en unión con el Ingeniero Municipal, hacen notar que debe buscarse, como ideal, el agua de fuente para Montevideo, y que probablemente se encontraría en las Sierras de Minas, donde pueden garantir existen en una proporción de 4 á 5 litros diarios por persona, proporción más que elevada para las necesidades del consumo de agua, como bebida.

El anterior Consejo de Higiene Pública decía en mayo de 1894 (44) que: «aún cuando sea una verdad inconcusa que solamente el agua de fuente, cuando es potable, constituye la mejor agua, porque

(42) Expediente sobre el «Canal Zabala», recibido de la H. Cámara Representantes.
(43) Expediente sobre «Canal Zabala», 1894.
(44) Expediente sobre «Canal Zabala», 1894.

puede ser química y bacteriológicamente pura, en lo cual el Consejo está de acuerdo con la unanimidad de los grandes higienistas, en muchas ciudades, la no existencia de fuentes, ó la insuficiente cantidad de agua que producen las que se encuentran, han obligado á recurrir al agua de río. Nosotros nos encontramos en este caso; no conocemos dónde existan fuentes que arrojen una cantidad suficiente de agua para bastar al servicio de Montevideo». Y más adelante agregaba: «Es claro que, si se descubriesen fuentes de donde fluyera una cantidad suficiente de agua potable y pura, el Consejo, atendiendo á la conveniencia de la población y á los preceptos de la higiene, aplaudiría la realización de cualquier empresa, que, en condiciones de entera seguridad y á un precio módico, explotara semejante servicio de aguas surgentes».

La misma corporación decía en noviembre de 1894 [45] informando la propuesta de ese año de la Empresa del «Canal Zabala»: «Si se tiene en cuenta el origen y la naturaleza del agua, es materia admitida en higiene, que ninguna otra puede llenar las condiciones de potabilidad necesaria, sino el agua de fuente, mirada como única en su especie;—y á continuación traía una larga lista de citas de los más autorizados autores de obras de higiene, con especificación de las ciudades que se surtían de aguas de fuentes; y en especial las de París.

Más cerca de nosotros, en 1907, en la discusión que esta última propuesta de la Empresa del «Canal Zabala» provocó en la Cámara de Representantes, se ha dicho que «las aguas surgentes deben ser las de preferencia como aguas potables», y que «las aguas surgentes persisten á ser las aguas ideales», y que «es bien entendido que no debe recurrirse á las aguas de superficie, de río, de lago, de estanque, sino cuando es absolutamente imposible el suministro de aguas surgentes, de aguas subterráneas». [46]

Como se ve, entre nosotros, desde 1899, hasta el presente, se ha sostenido siempre públicamente, que debía buscarse para la ciudad de Montevideo las aguas de fuentes, por ser las ideales por su pureza, si ellas son potables.

Y bien: á la hora presente, y á la luz de nuevos conocimientos científicos, nacidos de recientes estudios bacteriológicos de las fuentes y de su modo de constitución, en relación con la marcha de las aguas subterráneas, la absoluta confianza en las buenas cualidades permanentes de las aguas surgentes, ha recibido un rudo golpe. Es

---

(45) Expediente sobre «Canal Zabala», 1894.

(46) Discurso del doctor A. Berro. Sesión del 1.° de octubre de 1907. «Diario Oficial», 3 de octubre de 1907.

necesario decirlo, aún á riesgo de aparecer, ante ciertos espíritus, como heresiarca científico, que, el dogma de la pureza inmaculada de las fuentes ha hecho bancarrota.

Es que, en efecto, hay fuentes y fuentes. Desde el agua de lluvia que *filtra* al través de gruesos terrenos de gres ó de arena, hasta el agua que se *infiltra* en las múltiples variedades de *litoclasas* (Daubreé), que varían desde las simples fisuras de los terrenos basálticos, que *beben* más ó menos lentamente el agua que ha atravesado las capas superficiales del suelo, hasta las grandes grietas, enormes gargantas, de los terrenos calcáreos que se *tragan* rápidamente hasta los mismos ríos superficiales, todas estas aguas después de haber descendido entre las capas de los terrenos hasta más ó menos profundidades, al encontrar una capa impermeable del subsuelo, todas deslizan hacia un nivel más bajo obedeciendo á las leyes de la gravitación, ó se elevan de nuevo por la acción de la capilaridad, para *emerger* á la superficie de la tierra, devolviendo así á la circulación superficial, las aguas por un momento desaparecidas.

Por un fenómeno de filtración, ó de simple decantación, esas aguas emergen de nuevo á la superficie, con un aspecto atrayente de limpidez, de frescura y de buen sabor. Pero desde los memorables trabajos de Pasteur sobre el origen microbiano de las enfermedades, se ha comprobado para algunas de ellas un origen hídrico; y ya no basta en la actualidad, que un agua tenga todos los caracteres organolépticos exigidos por la antigua higiene, para que ella deba considerarse necesariamente como agua *salubre*. Más que el número y calidad de los elementos químicos, juegan un rol importante en el agua de bebida, el número y calidad de los microbios que ella contenga. El valor higiénico de un agua de fuente, como de toda agua de bebida, está en relación de su composición química y de su pureza bacteriológica.

Y bajo este último punto de vista, ¡qué enorme diferencia en la calidad del agua, según el origen geológico de la fuente! Las aguas de lluvia, al lavar la superficie de las tierras, se han cargado de sales que ellas disuelven, de sustancias térreas insolubles que le dan el aspecto turbio que tienen las corrientes de aguas superficiales; han disuelto también sustancias orgánicas muertas provenientes de la descomposición vegetal y animal, y de las deyecciones excrementicias de los seres que pueblan la región, y por último arrastran miriadas de seres infinitamente pequeños, que se desarrollan habitualmente en las tierras, ó que viven en las materias orgánicas en descomposición.

La parte de agua que es absorbida por el suelo, desciende con toda esta rica carga, al través de los terrenos, y, según la naturaleza de ellos, se purifica ó no. Si atraviesa una gruesa capa de gres ó de arena, que es un excelente *filtro*, queda todo lo que está en suspensión inclusos los microbios, y circulando lentamente, emplea muchos me-

ses, á veces años (F. y E. Putzeys) [47] para atravesar las gruesas capas de terrenos donde se epura completamente por la acción de los organismos purificadores (Schloesing) [48] formando la capa acuífera subterránea, y por un movimiento incesante emerge á la superficie de la tierra. Estas *emergencias*, nunca constituyen grandes fuentes; son por el contrario de gasto pequeño. pero siempre igual todo el año, siempre de la misma temperatura baja, siempre límpidas, cualquiera que sean las condiciones climatéricas de la región donde nacen, independientes de la acción de las estaciones anuales, como de la influencia de las lluvias caídas. Si al salir á la superficie, en la última parte de su trabajo ascencional, no vuelven á infectarse en las capas superficiales del suelo constantemente cargadas de microbios, estas fuentes dan un agua extremadamente pura en relación á su *pobreza* microbiana, y esto constantemente, siempre iguales, como ya hemos dicho. Esta agua, cuando es potable, sí que es el agua ideal. Lástima grande que su caudal sea tan pequeño!

Pero el cuadro varía completamente, cuando esas mismas aguas de lluvia. con toda su carga de sales, tierras y microbios, se *infiltra* por las fisuras y grietas de los terrenos volcánicos y calcáreos, *que no la filtran, que la beben, que la tragan;* circulan rápidamente en la múltiple y variada red de canalículos de esos terrenos, se acumulan formando *corrientes subterráneas* más ó menos caudalosas, á veces verdaderos lagos su bterráneos, donde se reposan y se clarifican, *pero no se epuran;* y cuando vuelven á *resurgir* á la superficie de la tierra, no habiendo perdido más que las sustancias que tenían en suspensión, salen también límpidas, incoloras, frescas, *pero tan impuras bacteriológicamente como cuando entraron en el seno de la tierra.* Estas fuentes, son de chorro grande, muy hermosas, más hermosas que las modestas fuentecillas del grupo anterior, y generalmente nacen en terrenos que, por su topografía, y la abundante vegetación que les rodea, prestan un encanto singular á la vista, lo que las hace mucho más atrayentes. Todavía puede darse el caso de que resurjan con más materia orgánica y más microbios, que cuando entraron en el seno de la tierra; como sucede con esos ríos superficiales que se traga la tierra por grandes grietas ó enormes abismos de gran profundidad; abismos que, muchas veces, los habitantes de las comarcas convierten en cementerio de cuanto animal se muere, y en cloaca de todos los residuos de las habitaciones. Es al través de ese putrílago de materias orgánicas en lenta composición que el agua que desciende, enriquece

---

(47) F. y E. Putzeys.—«Approvisionnement communal». Fascículo XIV del Traité d'Hygiene de Brouardel y Mosny.

(48) Schloesing.—«Contribution á l'etude de la Chimie agricole». Enciclopedie de Frémy.

más aún su rico capital de materia orgánica y de microorganismos, para resurgir á la superficie con el engañoso disfraz de una inocente pureza, resaltada por los encantos que la naturaleza del lugar le presta (49). ¡Cuántas veces el hombre y las colectividades han pagado bien cara, la descuidada confianza depositada en tales fuentes! Repitamos una vez más con Imbeaux: (50) el dogma de la infalibilidad de las fuentes desaparece.

Luego, pues, toda fuente debe ser sospechada, pues por las razones indicadas su agua puede estar contaminada desde la profundidad, ó contaminarse en su punto de emergencia. Bajo el punto de vista higiénico el *agua de fuente* no debe ser considerada como salubre, hasta no haber recibido la consagración de la ciencia; que, por medio del *bacteriólogo* nos diga si contiene gérmenes en gran cantidad, y entre ellos alguno patógeno; del *químico* que constate su riqueza en sales en relación con su cantidad y calidad; del *geólogo* que averigüe de qué terrenos proviene el agua y si su trayecto subterráneo es profundo ó superficial, si en sus regiones de origen y de emergencia hay ó no disposiciones geológicas que faciliten la polución de esas aguas; y del *ingeniero hidrólogo* que establezca la temperatura, limpidez, cantidad de derrame, conductibilidad eléctrica, rapidez de circulación subterránea determinada por medio de sustancias insolubles muy tenues, ó de materias colorantes, como la fluoresceina. Y además de todo esto, es necesario constatar si todos estos caracteres son *constantes;* si varían ó no, con las estaciones anuales, con los cambios climatéricos y con las variaciones de lluvias caídas.

Es aplicando con todo rigor estos estudios, que sabemos hoy que el número de *buenas fuentes*, en los parajes poblados sobre todo, no son frecuentes, y que además, ellas son de caudal escaso, muy insuficiente para satisfacer á las necesidades de grandes poblaciones. Cuando se necesita mucha agua, es necesario buscar fuentes abundantes; y entonces como dice Duclaux (51) «es necesario renunciar á la filtración fina, aceptar gruesas venas de agua circulando en terreno á fisuras anchas, donde la filtración no se produce, y por lo tanto los gérmenes de la superficie del suelo pueden pasar á las aguas.» «*Esto es un hecho general y una ley inevitable, contra la cual el*

---

(49) Los modernos estudios de ciertas cavernas de Europa, especialidad á la que se ha dado el nombre de *espeleología*, ha aclarado el origen de muchas fuentes, pues se ha podido seguir el curso de ciertos ríos subterráneos á veces por kilómetros, en esas excavaciones de los terrenos calcáreos.

(50) Ed. Imbeaux: «Les eaux potables et leur role hygienique». Nancy, 1897.

(51) E. Duclaux: «Rapport générale sur les enquets concernant les eaux de sourcer destribueés a Paris». Annales de l'Institut Pasteur. París, año 1900, p. 816.

hombre, los parlamentos y los capitales no pueden nada.» El ingeniero Bechmann, jefe del servicio técnico de Saneamiento de París, ha dicho que: «ir á la descubierta de aguas perfectas, de fuentes absolutamente puras en nuestros países á población densa, es según mi opinión, ir delante de nuevas decepciones; no confesándolo se entretienen en el público ilusiones que será necesario destruir un día.» (52).

Se llenaría un grueso volumen con la enunciación de los estudios hechos relativos á las fuentes que surten á muchas ciudades, y que han resultado ser en la mayoría de los casos simples *resurgencias* (E. A. Martel). (53) Las fuentes que surten á la *ciudad de París*, nos presentan el caso más típico y mejor estudiado de *resurgencias* de esta clase. En el año 1899, fué nombrada una Comisión de investigación de las aguas de fuentes que surten á esa Capital, con la denominación de «*Comisión científica de perfeccionamiento del Observatorio de Montsouris*», y sus estudios han sido publicados en tres volúmenes conteniendo todos los informes producidos con motivo de las investigaciones practicadas relativas al origen, trayecto, facilidad de contaminación de las fuentes, de la influencia que han tenido en la producción de las epidemias de tifoidea aparecidas en París en los años 1899 al 1902, de los medios de proteger esas fuentes, etc. Esos estudios y muchos otros posteriores, publicados en los «Anales del Instituto de Pasteur» y en la «Revista de Higiene» (54), están contestes en que las fuentes de París, están muy lejos de ser el ideal en cuestión de *agua salubre*, que ellas se contaminan fácilmente y de una manera *irremediable*, que han jugado un papel causal en el desarrollo de la tifoidea, que el número de sus gérmenes aumenta á veces considerablemente después de las lluvias, que ellas han conducido hasta París al germen de la tifoidea llevado á sus aguas por la con-

---

(52) G. Bechmann: Discusión en la Société de Medicine Publique. Revue d'Hygiene, 1901, pág. 270.

(53) E. A. Martel. «L'eau». Fascículo II del Traité d'Hygiene por Brouardel et Mosny, pág. 129.

(54) Puede verse sobre esta cuestión: E. Duclaux. Rapport général sur les enquetes concernant les eaux de source, distribueés a Paris. Ann. de l'Inst. Pasteur, 1900.

E. A. Martel: «Les eaux alimentaires de Paris». La Nature, 1905.

Regnier: «La fievre typhoide a Paris en 1900». Revue d'Hygiene, 1901.

E. Vallin: «L'enquete oficielle sur les sources de l'Avre et del a Vanne». (Revue d'Hygiene 1901). En este artículo se encontrarán indicaciones sobre los 15 informes que constituyen la memoria de la Comisión del Observatorio de Montsouris, correspondiente á 1899 y 1900.

H. Chabal: «La fievre typhoide et l'eau de Seine filtrée». Revue d'Hygiene, 1904.

L. H. Lemoine: «La fievre typhoide a Paris en 1903». Revue d'Hygiene, 1904.

A. J. Martin y H. Thiery: «Compte Rendu du service de la surveillance des sources captées por l'alimentation de la Ville de Paris en 1901». Revue d'Hygiene, 1902.

taminación con las deyecciones de enfermos de tifoidea de las regiones de origen, y que, desde que se investiga bien la calidad del agua, ha habido que poner en *descarga* los acueductos de muchas de las fuentes en diferentes épocas del año. A la hora presente, la ciudad de París debe mantener, siguiendo los consejos de Duclaux y de Roux, una constante policía médica en las regiones de sus fuentes (la Vanne, la Duhys, la Avre y la Vigne) para evitar, en lo posible, la polución de sus aguas de bebida; y á pesar de ella, está en constante peligro de ver infectadas esas aguas por los gérmenes que penetran en los *sumideros* de los lugares de origen de esas fuentes, sumideros imposibles de tapar, ni de proteger directamente. Con razón ha dicho Duclaux (55) que «París no ha tenido suerte en la elección de sus fuentes».

Hemos insistido en las aguas de París, porque muchas veces se ha citado como ejemplo á esa gran Capital; y en el caso especial de Montevideo, en el Informe de 1894 del anterior Consejo de Higiene, y más recientemente (año 1907) en la H. Cámara de Representantes, se habla de las fuentes que surten á París, como de algo que debiera copiarse entre nosotros.—F. y E. Putreys, contestan así á la pregunta de si lo hecho para París, debía ser imitado: «No dudamos en declararnos por la negativa, y en manifestar el sentimiento de que algunos sabios se hayan dejado llevar á proponer la imitación de lo que *no puede, ni debe servir de ejemplo*» (56).

Lo que decimos de París, puede repetirse para muchas otras ciudades. Los ensayos con materias colorantes, la fluoresceina en especial, han permitido afirmar que, las aguas de muchas fuentes *no han filtrado bien* al través de los terrenos, que ellas provienen de terrenos calcáreos que son los más malos en cuanto no epuran las aguas que pasan al través de ellos, como al través de una criba; y que en ciertos momentos han vehiculizado gérmenes patógenos distribuyéndolos en las poblaciones que usan sus aguas como bebida.—Ejemplo, la *fuente de Arcier*, que alimenta Besançon, y llevando á ella la fiebre tifoidea cada vez que esta enfermedad se manifestaba en la región malsana de Nancray». (E. A. Martel). (57)

Concretándonos á la Francia, tantas veces citada como el país que tiene sus ciudades mejor provistas de agua, por la predilección que ha dado á las aguas de fuente, dice Martel (58) que, «es por centenas

---

(55) E. Duclaux: «Etudes d'hydrographie souterraine. «Annales de l'Institud Pasteur», 1903, pág. 521.

(56) F. y E. Putreys: «Approvisionnement-communal».—pg. 20, fasc. XIV del Traité de Hygiene.

(57) E. A. Martel: «L'eau». Fasc. II del Traitè de Hygiene.

(58) E. A. Martel, loc. cit.

que se cuentan las resurgencias nacidas de terrenos calcáreos, con aguas que cuelan por abismos que amenazan contaminarlas». Y para no hablar más que de las fuentes más célebres por su abundancia y pureza aparente, el autor cita 35 de las principales fuentes de Francia que se encuentran en tales condiciones de inseguridad contra las poluciones de origen humano; y agrega para terminar: «Podría alargar esta nomenclatura, que se pasa de comentarios, y que muestra suficientemente lo que queda por hacer en Francia para disminuir la frecuencia y los estragos de las epidemias causadas por las aguas» (59).

Pero á veces la alteración de las fuentes se produce no solamente por las lluvias ó por la infiltración de gérmenes patógenes de origen humano, sino aun por causas imposibles de prever y de evitar. Ejemplo, Turín, que, un buen día recibe sus aguas con mal color y peor sabor, debido al incendio de una *quesería* en las proximidades del origen de la fuente que la surte (60). El mismo hecho se reproduce en Francia con la fuente «La Loue», á consecuencia del incendio de la fábrica de ajenjo Pernod en Pontarlier (61).

¡Y qué hechos interesantes y curiosos han establecido las investigaciones del origen de algunas aguas subterráneas utilizadas para la alimentación de poblaciones! Como el caso de una de las fuentes de la ciudad de Aurillac, que Duclaux la compara por su composición, al agua de una cloaca; como un agua subterránea usada en Montsalvy, que el mismo autor dice que después de unas lluvias en 1897 «era una mezcla de 1 litro de orina con 50 litros de agua de lluvia» (Duclaux); (62) ó el caso de los «habitantes de Sauve (Gard) que creyendo captar una fuente, han tomado simplemente y consumido el agua de su propia cloaca», según lo ha probado en 1897 Martel (63).

Hechos parecidos podríamos citar de los otros países de Europa, en los cuales á la luz de estas ideas nuevas, se ha constatado que muchas de las citadas fuentes, naciendo de los terrenos calcáreos, presentaban condiciones geológicas especiales que han causado más de una vez la polución de sus aguas. Sirva de ejemplo la famosa fuente de *Paderborn* en Westfalia, que surte á la ciudad del mismo nombre, y cuya Municipalidad ha concluído por hacer esterilizar al ozono sus aguas, como único medio de concluir con las epidemias de tifoidea que ellas causaban periódicamente.

Para la misma Alemania, M. Chaval (64), ha podido comprobar con datos oficiales que, en los años de 1896, 1897 y 1898, en las ciudades

---

(59) MARTEL, loc. cit., pág. 135.

(60) «L'Ingegneria Sanitaria». Turin.

(61) E. A. Martel, loc. cit.

(62) E. DUCLAUX: «Etudes d'hydrographie souterraine».—Annales de l'Institud Pasteur, 1902.

(63) E. A. MARTEL: «L'eau». Fascículo II del Traité d'Hygiene, pág. 131.

(64) M. CHABAL.—Les filtres a sable et la fiebre typhoide en Allemagne. «Revue d'Hygiene». París, 1901.

de aquel reino que se alimentan con aguas de fuentes, la mortalidad tífica es más elevada que en aquellas otras ciudades que usan aguas de superficie purificada. Lo que quiere decir, en otros términos, que las aguas de las fuentes eran menos buenas, que el agua epurada de los ríos y lagos. Smee [65], después de un estudio detallado de comparación entre muchas ciudades, llega á la conclusión de que, la cifra de mortalidad tífica es más elevada en las ciudades que usan agua sacada de los terrenos calcáreos, por medio de perforaciones profundas, que en las que usan agua de río, filtrada

En la hora presente un agua de fuente debe ser tenida por sospechosa, hasta tanto el estudio de sus múltiples condiciones físicas, químicas, bacteriológicas, biológics y geológicas demuestre que ella es apta para el consumo de las poblaciones.

El agua subterránea puede aún ser utilizada, extrayéndola artificialmente, por medio de *galerías filtrantes* ó por medio de *pozos profundos*. Con estos procedimientos se ha pensado evitar las poluciones que las aguas, aún muy puras, pueden sufrir en su trayecto ascensional, al atravesar las capas superficiales del suelo, para salir al exterior.

Y en efecto, ese resultado se consigue de una manera bastante eficaz; pero no se evita, de ningún modo, que la gruesa vena ó extendida capa de agua que se capta, sea infectada por insuficiente filtración, ó por contaminación subsiguiente. Y así es en efecto, puesto que si el agua se extrae de terrenos calcáreos, presentará los mismos peligros que si se tratara de una fuente. Esas aguas exigen, para su completo conocimiento, los mismos estudios de química, de bacteriología, de geología y de hidrología que las aguas de fuente, á las cuales se relacionan bajo el título común de *aguas subterráneas* (*grundwasser* de los alemanes).

Pueden sufrir alteraciones, como las fuentes, por las lluvias, por las inundaciones, por el arrojo de gérmenes patógenos humanos en los terrenos situados por encima de la cuenca geológica de esas venas ó capa de agua, así captadas artificialmente. Como las fuentes, pueden enturbiarse por las lluvias, y pueden transmitir,—y más de una vez lo han hecho,—los gérmenes de la tifoidea desde las regiones de origen de sus aguas, á las poblaciones que las consumen.

Recientemente el profesor Kruse [66], estudió la influencia que las

---

(65) H. Smee.—Deep well or filtered river water. «British Med. Journ» 1895,—referata in «Rev. d'Hygiene», 1899. pág. 863.

(66) Profesor Kruse.—Beiträge zur Hygiene des Wassers. «Zeitschrift für Hygiene», 1908.

grandes lluvias y las inundaciones producían en los pozos de agua subterránea (*Grund-wasser*), y con gran acopio de datos ha demostrado que esas aguas varían en algo de composición, y aumentan el número de los microbios que contienen, algunas veces hasta cifras arriba de millares; y discute las dos opiniones emitidas y sostenidas por muchos higienistas alemanes, sobre si los gérmenes que en esos casos aumentan en las aguas subterráneas, provienen del terreno mismo, arrastradas por un mayor aflujo de agua, ó provienen del agua del río desbordado, por insuficiente poder filtrante de los terrenos que rodean las obras de captación. El profesor Kruse se declara partidario de esta última doctrina.

No podemos resistir al deseo de consignar aquí un hecho muy curioso y quizás único, que demuestra, primero la insuficiente protección de esas captaciones artificiales, y en segundo lugar la extremada lentitud con que circula el agua en los terrenos areniscos. El agua de un pueblo del Bajo Rhin, extraída con bombas del subsuelo, presentó una alteración grave, que la daba un sabor muy ácido, y era impropia para el lavado y la cocción de los alimentos; el análisis demostró una extremada riqueza en sulfatos (572 miligramos por litro) y de nitratos (110 miligramos por litro), además de ácido sulfúrico libre. La causa de estas alteraciones del agua, fué relacionada al hecho de que hacía *más de 20 años* que en esa localidad se había roto una cámara de plomo de una fábrica de ácido sulfúrico, y grandes cantidades de este ácido, y del ácido nítrico que se emplea en su preparación, habían penetrado en el suelo. [67].

El profesor Intze [68], hace notar también que el establecimiento de bombas de extracción de agua subterránea, ha tenido á veces la desagradable consecuencia de agotar las fuentes utilizadas para la alimentación de algunos pueblos y poblaciones en los territorios de Rhin, los cuales se vieron así privados del único medio de abastecimiento de agua.

Este mismo autor cuenta cómo en varias localidades del Rhin, algunas instalaciones de bombas para extraer agua subterránea, aunque bien calculadas de antemano, concluyeron por ver disminuído grandemente el caudal de agua extraída y han debido aumentar el número de pozos, aumentando así desproporcionadamente el costo de la instalación. Respecto á la calidad del agua de esas instalaciones de bombas, hace notar que en muchas localidades vecinas al río Ruhr, en las épocas de seca en las cuales la cantidad de agua extraída alcanza hasta 500,000 metros cúbicos en un día, los caracteres químicos y bacteriológicos del agua así extraída demuestran que los

---

(67) Profesor KRUSE.—Loc. cit.

(68) Profesor INTZE.—Wasserversorgung mittelst Thalsperren in gesundheitlicher Beziehung. «Deutsch Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege», 1901.

pozos que están á un nivel más bajo que el lecho del río, extraen las aguas de ese mismo aspirada al través de terrenos poco compactos que la filtran muy mal, por la fuerza de las bombas. El agua que entonces se obtiene es de mala calidad, por ser el río Ruhr, de aguas muy infectadas por las numerosas fábricas establecidas en su vecindad, la más industrial de Alemania. Todavía, la excesiva extracción de agua por medio de las bombas, tiene el inconveniente de desecar el suelo, haciéndolo impropio para la agricultura, y produciendo en él numerosas grietas, por las cuales las aguas de lluvia llevan á la profundidad los microbios de la superficie, infectando así el agua que se extrae de los pozos. (69).

Por otra parte, el problema del aprovisionamiento de agua de una ciudad, no es un problema que pueda ser resuelto *a priori*. En cada caso, la solución debe estar en relación con las necesidades y con los recursos que la Naturaleza ha puesto al alcance de esa ciudad. Para tal población será más conveniente el agua de fuentes más ó menos puras, y más ó menos seguras, mientras que para otra será el agua subterránea captada artificialmente á gran profundidad; y para una tercera lo será el agua de un río ó de un lago epurada con los procedimientos bastante perfectos que la ciencia y la experiencia han enseñado.

En Francia y en Bélgica, se ha llevado á la práctica hasta hace poco tiempo el dogma de que sólo el agua de fuente debía ser utilizada, y al efecto, la mayoría de sus ciudades están dotadas con esas aguas; ya hemos visto con qué resultado en general. Y bien, al presente tocan esos países las consecuencias de esa orientación única hacia las aguas de fuente. «Esta idea funesta, que la larga experiencia de muchas ciudades alimentadas con agua de superficie filtrada no ha llegado á desarraigar, ha tenido como consecuencia de hacer menos tangible la falta que se cometía lanzando en los ríos los productos de las cloacas de las ciudades, puesto que se consideraba á esos ríos como incapaces de servir á la alimentación. Hoy día que, mejor ilustrados, los Poderes públicos reconocen que pueden fundarse buenas distribuciones de agua poniendo á contribución las aguas de superficie, se ve más claramente el error que se ha cometido no protegiéndolas contra semejantes contaminaciones». (70). En Francia ya se ha reaccionado; sus hombres de ciencia después de visitar las instalaciones filtrantes de Norte América (71) y de Alemania, en especial la

---

(69) Profesor INTZE.—Loc. cit.

(70) F. y E. PUTSEYS.—Loc. cit.

(71) LE COUPPEY DE LA FOREST.—Sur la construction, la conduite et la surveillance rationnelles des filtres a sable et sur les qualités hygieniques des eaux produites par do parcils filtres aux Etats Unis d'Amerique. «Revue d'Hygiene», 1904.

de Hamburgo [72], han lamentado la poca simpatía en que se ha tenido el agua de río filtrada, y han manifestado opiniones tan radicales como las de que: «los resultados obtenidos con los filtros de arena en Alemania era para muchos en Francia una revelación; y que debía desarrollarse en ella, el uso de tales filtros» (Bechmann, [73]); de que «no es en Francia donde deben buscarse argumentos en favor de la filtración; somos escolares en esta cuestión, y mismo puede agregarse, somos malos escolares, pues solamente hace diez años que empezamos á aprovechar de las lecciones recibidas. Los maestros en esta materia son los alemanes (Chabal» [74]); y como las conclusiones de Couppey de la Forest [75], de que: «los filtros de arena americanos dan un agua comparable á las mejores aguas de fuentes, y ofrecen sobre las fuentes las ventajas de que se encuentra inmediatamente la causa de los defectos que puedan producirse, y que se pone en seguida remedio á esta causa. Estos filtros no pueden, pues, bajo ningún punto de vista, ser comparados á los nuestros, y habría gran interés en Francia, en inspirarse en las investigaciones hechas en los Estados Unidos para mejorar la construcción y perfeccionamiento de los filtros».

Estos conocimientos adquiridos en el extranjero, ya han tenido aplicación en París mismo, pues en mayo de 1906 fueron inaugurados los nuevos filtros de arena, instalados en Nanterre, bajo la dirección del doctor Chabal, para servir á ocho comunas de los alrededores de París, con una población de 160,000 habitantes. Según Couppey de la Forest [76], en los 180 días que llevaban de funcionamiento, la epuración había sido de 99.8 por ciento en bacterias, y 36 por ciento en materia orgánica· el agua así epurada es, según la opinión de ese autor, «*igual como pureza al de las buenas aguas de fuente*».

En Inglaterra se calcula que, más de veinte millones de habitantes se sirven con óptimos resultados, de aguas superficiales epuradas [77]. Como se sabe, fué en Londres donde primero fueron utilizados los filtros de arena, implantados por Simpson en el año 1829; el agua se tomaba de los ríos Támesis y Leo, y suplementariamente, por una de las ocho antiguas empresas de aguas de Londres, de pozos

---

(72) Chabal.—Filtration par le sable des eaux d'alimentation. «Revue d'Hygiene», 1902.

(73) G. Bechmann.—Sesiones de la «Société de Medécine Publique», 1902, discusión de la comunicación de H. Chabal, ya citada. «Revue d'Hygiene», 1902.

(74) H. Chabal.—La fiebre typhoide et l'eaux de la Seine filtreé. «Revue d'Hygiene», 1904.

(75) Couppey de la Forest.—Loc. cit.—sobre los filtros en los Estados Unidos. «Revue d'Hygiene», 1904.

(76) Couppey de la Forets.—Les filtres a sable de la Compagnie des eaux de la banlieu de Paris á Nanterre. «Revue d'Hygiene», 1906.

(77) L. Pagliani.—¿Acqua superficialle ó acqua del sottosuolo?—«L'Ingegneria Sanitaria», 1906.

artesianos del Condado de Kent; en 1895 se servía á una población de 5:553,235 personas [78]. Las otras ciudades importantes de Inglaterra, se surten en su mayoría de aguas de superficie epuradas por filtración.

Estados Unidos de Norte América, es el país clásico de la utilización de las aguas superficiales. Al prodigioso y rápido crecimiento de sus ciudades no le era suficiente el agua de los ríos; se dirigieron á los lagos, y donde no existían naturales, los crearon artificialmente, construyendo los célebres é inmensos embalses que tan citados son. Primero las ciudades norteamericanas se contentaron con tener mucha agua á su disposición, sin preocuparse mucho de su calidad; ahora se dedican á epurar sus aguas de consumo por filtros de arena, poseyendo en Filadelfía la instalación de filtraje más grande del mundo, y destinada á dar 1:200,000 metros cúbicos al día. Nueva York se prepara á conquistar el record mundial con su proyecto de filtros, que darán *tres millones* de metros cúbicos de agua por día.

Italia como Francia, ha recurrido á las fuentes, para la mayoría de sus ciudades, por más que algunas como Génova, utilizan agua de río, por medio de embalses.

Alemania utiliza, en las regiones montañosas y en todo el Alto Rhin, aguas de fuentes, y en estos últimos años en especial, ha construído alrededor de 20 embalses, que pueden servir de modelos de acopiamientos de aguas superficiales. En el Bajo Rhin, se está en el país clásico de la captación artificial de aguas subterráneas, por medio de tubos de hierro introducidos á gran profundidad, y aspirada el agua por instalaciones de bombas. Un suelo bajo y un subsuelo de arena se presta admirablemente á las instalaciones de esta clase. La ciudad de Berlín nos presenta un interesante ejemplo de adaptación á los recursos que la Naturaleza pone á nuestra disposición, y nos enseña á no ser sistemáticos en estas cuestiones. En 1877 se establecieron 23 pozos para extraer agua subterránea de las proximidades del lago Tegel; á los seis meses de explotación, el agua, límpida al principio, se enturbiaba cada vez más, á consecuencia de la presencia de sales de hierro en el agua, que se oxidaban y precipitaban al contacto de oxígeno del aire. La cosa se complicó con un enorme desarrollo de un alga, la *Crenotrix polyspora*, que concluyó por obstruir los tubos y hasta algunas cañerías por el desarrollo de tubérculos especiales contra las paredes de los tubos de hierro. La instalación fué abandonada, y Berlín se sirvió de agua de superficie tomada á los lagos Tegel y Muggel. Pero el crecimiento rápido de la población, por una parte, y por la otra, la infección de las aguas de esos lagos por las usinas esta.

---

(78) E. Badois et A. Bicher.—L'assainissement comparé, pág. 148. París 1898.

blecidas en sus orillas, por el derrame del contenido de las cloacas de las comunas de Tegel y de Reineckendorf, que aunque depuradas, aportan á las aguas de los lagos una gran cantidad de materias orgánicas y de gérmenes; y por último la circunstancia de que la captación de las aguas del Muggel fué autorizada solamente á título de provisorio y revocable por la comuna de aquel lugar, decidieron á la ciudad de Berlín á volver á captar las aguas de la profundidad de su subsuelo, por medio de 468 pozos perforados en las orillas del Tegel y del Muggel, é introducidos á profundidades variando de 40 á 67 metros.

Viena nos presenta otro ejemplo de orientación moderna, opuesta á la de Berlín. Esa ciudad que poseía agua de fuentes, escasa y de mala calidad, se sirve en la actualidad del agua del río Schwartza, captada en el embalse de Tullnerbach, y epurada en filtros de arena, que son citados en los tratados de higiene, como modelos en su género.

Otra cuestión á tenerse en cuenta es la disminución creciente del agua subterránea. Es un hecho constatado y que ha llamado la atención de todo el mundo: la tierra parece desecarse lentamente. Demanegeon [79] ha estudiado recientemente en «*La Geographie*» el fenómeno inquietante del empobrecimiento de las surgentes del Norte de Francia; Raddi [80] ha constatado igual disminución para las fuentes de Austria, Frankfurt y Spezia. Por todos lados pasa lo mismo; las fuentes, los pozos de captación artificial, las galerías drenantes, van disminuyendo sensiblemente su caudal de agua. El caso de la ciudad de Breslau, capital de la Silesia, es lo más interesante. Esta ciudad abandonó el uso del agua filtrada del río Oder, y utilizó el agua extraída del subsuelo por 315 pozos, los cuales dieron al principio 60,000 metros cúbicos al día. Más tarde esa cifra llegó sólo á 40,000, y en el año 1905 el agua disminuyó aún y tomó mal sabor y olor, debido al desarrollo de sales de hierro por oxidación de la pirita. Hubo que abandonar el agua subterránea, y si no fuera porque se habían conservado los viejos filtros, la ciudad hubiera quedado súbitamente desprovista de agua [81]. Es que, como dice Parville, [82] «es un error creer que las capas subterráneas de aguas son inagotables; son verdaderas minas que una explotación desrazonada puede hacer desaparecer.»

---

(79) Demanegeon.—«L'Ingegneria Sanitaria», 1907.

(80) A. Raddi: I nuovi progetti per fornire d'acqua la cittá de Firenze.—«L'Ingegneria Sanitaria», 1892.

(81) L. Pagliani.—¿Acqua superficialle filtrate ó acqua del sottosuolo? «L'Ingegneria Sanitaria», 1906.

(82) H. de Parville. -Les eaux minerales. «La Nature», 1901.

Recientemente, en febrero de este año, Beyschlag y Michael [83], se han ocupado de nuevo de las aguas de Breslau, haciendo notar que «la distribución de agua filtrada del río Oder no había dado jamás ningún motivo de queja; se resolvió sin embargo abandonarla y sustituirla por el gua subterránea.» El hecho de 1905, volvió á repetirse en 1906, á consecuencia de una inundación producida en el mes de septiembre; el agua, de clara que era antes, se volvió turbia, coloreada en rojo, con mal olor y de sabor estíptico y dura, por la presencia de sulfatos, cuya cantidad llegó á hacerse en algunos pozos, once veces más elevada de lo que era antes, y las sales de hierro llegaron hasta 135 miligramos por litro. Los autores insisten en el hecho de que los terrenos donde se capta el agua son de aluvión, y sin embargo, á pesar de la creencia en contrario, ellos han sido permeables á las aguas superficiales que han producido la alteración de las subterráneas.

Para darse cuenta de los múltiples factores que entran en la actualidad, en la resolución del problema del abastecimiento de aguas, citaremos la resolución del Ministerio de la Guerra alemán, que, con objeto de poner ciertas ciudades del reino á cubierto de la falta de agua en caso de guerra, ha ordenado la perforación de pozos para captar aguas subterráneas, de modo que puedan ellas bastarse á sí mismas en caso de ser sitiadas por el enemigo. He aquí un elemento de nuevo género, que se introduce en la Higiene Pública: las razones de defensa militar.

Como se ve, el abastecimiento de aguas de consumo para una población, es un problema muy complicado, y que en la práctica ha recibido diferentes soluciones. Resolverlo de una plumada, ó con una fórmula es anticientífico.

Las ciudades que ya tienen instalaciones de aguas no completamente *salubres*, en relación á los peligros de infecciones de origen patógeno humano, tratan de mejorarlas y ponerlas en relación con las exigencias actuales de la Higiene. Así, Nueva York se preocupa de la instalación de filtros de los que carece al presente; Trieste, provista de *aguas de fuente*, ha instalado ya filtros de arena para purificar esas aguas contaminadas, y que se enturbian á la menor lluvia [84]; Berlín, deferriza y filtra el agua subterránea extraída de sus pozos artificiales; Padeborn (Westfalia) esteriliza sus aguas de fuentes por el ozono, habiendo mejorado las condiciones de esa ciudad en relación á la tifoidea, hasta el punto de que después de esa instalación tal enfermedad no se ha hecho sentir, á pesar de que en

---

(83) Beyschlag y Michael.—Les eaux souterraines de Breslau. «Journal für Gasbeleuchtung». Febrero 1908. Traducido en «La Technique Sanitaire» París. Abril 1908.

(84) F. y E. Putzeys.—Loc. cit.

los últimos años ha estado rodeado de una zona epidemiada. Niza, ha inaugurado en 1905 una parte de la «Usina de la Compañía Francesa del Ozono», para *esterilizar* también sus aguas de fuente y de galerías de drenaje, que presentaban caracteres de poca seguridad en cuanto á su composición microbiana; y París mismo ya se ha ocupado de estudiar los medios de esterilizar las aguas de sus sospechosas fuentes, y solamente por razones económicas ha sido postergada su solución, aunque es dado prever que no lo será por mucho tiempo.

Pocas son las grandes ciudades que al ejemplo de Berlín y de Viena, puedan costearse nuevas instalaciones. Es que en efecto, el elemento económico juega también su rol especial en esta cuestión. Las pequeñas ciudades, sobre todo, no pueden costearse la instalación de obras de aprovisionamiento de agua, y quedarían sin gozar de los beneficios de esa obra de salubrificación, á menos de seguir el ejemplo de la Bélgica que ha implantado *distribuciones regionales*, por medio de las Compañías llamadas *inter-comunales.* (85)

Muchas ciudades se ven *obligadas* á decidirse por el agua de superficie ó por la subterránea, por razones de diferencia de costo en la instalación y en el mantenimiento del servicio, desde que es tan fundamental que el agua sea buena, como que sea barata, para que la población la use, y pueda sacar de ese servicio todas las ventajas á que está destinado; y no pase lo que entre nosotros que, con un agua buena, su uso constituye un lujo, debido á su elevado precio. En esto, como en muchas otras cosas, «lo óptimo es, á veces, enemigo de lo bueno.»

Por las múltiples razones expuestas, consideramos aventurada la afirmación de que para proveer de nueva agua á la ciudad de Montevideo, deba indicarse como un ideal el agua de fuente. Por otra parte, ¿dónde tenemos nosotros, en nuestro territorio, fuentes que basten para el abastecimiento de esta ciudad? Nuestro país no es un país inexplorado para que no fuera conocida la existencia de fuentes de gran derrame como para ser utilizadas en el aprovisionamiento de la capital. Hace veinte años que se ha dicho que era necesario averiguar si en el país existían fuentes de buena agua capaz de ser utilizadas con tal objeto, y en el momento actual estamos como hace veinte años, sin que se haya hecho ningún estudio, ni ninguna investigación al objeto indicado; y fuera de unas pocas surgentes de las Sierras de Minas, sobre cuyo origen estamos poco ilustrados, y cuyo caudal aún acumulado no alcanzaría nunca para las necesidades de Montevideo,

(85) Véase en F. E. Putzeys, loc. cit., la organización que en Bélgica se ha dado á este servicio, digna de ser imitada en todos los países.

no tenemos conocimiento de que nuestro país posea fuentes de importancia. Quizá se pensará en la captación artificial de aguas subterráneas, á semejanza de lo hecho en otros países, Alemania principalmente, pero en este caso también necesitaríamos hacer el estudio geológico de la República, sobre cuyo punto no sabemos nada, ó sabemos tan poco, que, es insuficiente para deducir sobre la probable existencia de gruesas venas de agua circulando en el subsuelo, y capaces de ser captadas en la profundidad. Los limitados pozos perforados en el Departamento de Montevideo y en el de Canelones, no han dado, por otra parte, aguas potables propias para los usos de la alimentación.

En la importante obra del doctor Imbeaux «*L'Alimentation en eau des Villes*» (86) podrá verse una indicación de los estudios geológicos que son necesarios para tener un conocimiento perfecto del régimen hidrográfico subterráneo de un país, de todo punto indispensables para conocer el origen, la trayectoria, la calidad y las garantías que ofrecen á la infección, las aguas del subsuelo. Con la indicación de esos conocimientos necesarios se podría hacer un programa de estudios hidrológicos, y sólo después de realizado ese programa, es que podríamos hablar en conciencia, de si nuestro país tiene ó no aguas subterráneas propias para alimentación.

Entretanto, y en el momento actual, no tenemos á nuestra disposición más que aguas de superficie, y de éstas solamente las de río, pues en esta República no existen lagos naturales.

Pero, el conocimiento que tenemos de nuestros ríos es de todo punto de vista insuficiente al objeto que tratamos. Lo mismo que para el agua subterránea, las aguas superficiales son acreedoras á un estudio especial, que comprenda la situación, nivelación y caudal de los cursos de los ríos; régimen de lluvias de su cuenca hidrográfica; naturaleza geológica del lecho; composición química y bacteriológica del agua en las diferentes épocas del año; polución y depuración natural de los cursos de agua; poblaciones situadas en sus orillas y su influencia en la calidad del agua; y mil otras cuestiones que constituyen lo que llamaríamos *hidrología superficial de la República.* Ya muchos países han realizado estos estudios y sus resultados están consignados en Memorias y libros especiales. Entre las más conocidas de estas publicaciones, se citan: para *Inglaterra* el libro de *Rance*, para *Alemania* los êstudios de *Honsell* sobre el Rhin y sus afluentes, además de la notable obra de *E. Grahn* (Provisión de agua de las ciudades de Alemania); en *Rusia* los estudios sobre el Volga; en *Austria* los trabajos de su oficina hidrográfica dirigida por el sabio

---

(86) Ed. Imbeaux.—L'alimentation en eau et l'assainissement des Villes. Paris 1902. Tomo 1.

Lauda; en *Suiza* los estudios sobre las cuencas del Rhin y del Ródano; y en los *Estados Unidos de Norte América* los trabajos del *Geological Survey*, comprendiendo el estudio de todos los ríos de aquel inmenso país, con determinación del régimen y de los sitios apropiados para el establecimiento de lagos artificiales, tan usados en aquella República para servir de agua á sus ciudades.

Esos trabajos deben hacerse en nuestro país de una vez, como cuestión previa para los estudios de saneamiento de las ciudades y pueblos de la República, que proyecta en la actualidad el Gobierno si no queremos, una vez más, tener las manos atadas cuando llegue el momento de proyectar las obras. Es que, para las naciones, como para los individuos, el *nosce te ipsum* es de imprescindible necesidad si no se quiere vivir eternamente, siendo un servil imitador de lo que otros países hacen, que es en resumen el mejor modo de estar mal servido, porque en cuestiones de saneamiento cada caso debe ser resuelto, como ya hemos dicho antes, de acuerdo con las necesidades y los recursos. Entretanto, hablar de las aguas del río Negro, del río Yi ó de otros, es vagar por el campo de las hipótesis, cuando no en el de la fantasía.

Faltos, pues, de conocimientos exactos de la hidrología de nuestro país, tenemos que guiarnos por las consideraciones generales que se deducen de la naturaleza del mismo problema.

De una manera general, en todos los casos que deben utilizarse las aguas de los ríos, se aconseja alejarse de los sitios poblados, siempre que ello sea posible, porque el peor enemigo del hombre en la cuestión de polución de las aguas, es el hombre mismo. Tener el agua natural suficiente, y lo menos impura posible, es el *desiderátum* que se busca. Cerca de las poblaciones el agua no es tan pura como en sitios alejados de ellas, pues los ríos epuran naturalmente sus aguas, por un maravilloso mecanismo en el que intervienen múltiples factores, como la luz, el aire, la fauna y la flora de los ríos, y aún los infinitamente pequeños en constante lucha, en la que los anaerobios destruyen á los aerobios, para á su vez ser destruídos por el oxígeno del aire. A pesar de la rapidez y seguridad de esta autoepuración de las aguas superficiales, la tendencia actual es de alejar la captación, todo lo posible, hacia los orígenes de los ríos, donde las aguas naturalmente deben ser más puras, por haber sido menos poluladas que en las partes inferiores del trayecto. El límite lo establece el caudal del río que se desea captar, siendo siempre necesario que el río lleve mucha agua, en previsión de las épocas de carestía por seca.

Aunque los medios de depuración artificial que actualmente se emplean en la purificación de las aguas de río, cuando son bien aplicados y científicamente conducidos, pueden darnos un agua purificada tan buena como la de las más buenas fuentes, es conveniente que, el agua que se ha de purificar sea lo menos impura posible, y lo más

igual siempre, á fin de que los gastos de purificación sean lo menor posibles, y que la purificación se haga de una manera siempre igualmente segura; y esto se obtiene mejor con las aguas tomadas lo más cerca posible del origen del río, y lo más alejado de los centros de población y de las tierras cultivadas.

Resumiendo este capítulo, tenemos:

1.º El clásico dogma de la fuente pura é inmaculada, ha sido demostrado como falso, por los modernos estudios de la geología, de la hidrología subterránea, de la química y de la bacteriología.

2.º Para el abastecimiento de grandes poblaciones no se encuentran fuentes de gran caudal de aguas constantemente salubres, pues siendo ellas nacidas de los terrenos calcáreos, son influenciadas fácilmente por las lluvias, y pueden ser poluladas por gérmenes patógenos de origen humano.

3.º En la hora presente, un agua de fuente debe ser tenida por sospechosa, hasta tanto el estudio de sus múltiples cualidades físicas, químicas, bacteriológicas, biológicas y geológicas, demuestren que ella es apta para el consumo de las poblaciones.

4.º El problema de abastecimiento de una ciudad no puede resolverse *á priori;* la solución debe estar en relación con las necesidades de la población y los recursos que la Naturaleza pone á su disposición.

5.º Según esos elementos de juicio, y algunos otros, que, como las razones económicas deben ser tenidos en cuenta, cada ciudad ha resuelto ó resuelve, de un modo especial, su aprovisionamiento de agua.

6.º En nuestro país no son conocidas fuentes de aguas salubres de tal capacidad que puedan bastar para el consumo de Montevideo; y la falta absoluta de todo conocimiento de la composición geológica de nuestro subsuelo, y de hidrología subterránea, no autoriza á pensar, por el momento, en la busca de aguas subterráneas.

7.º Aunque también es de todo punto imperfecto el conocimiento del régimen hidrográfico superficial de la República, no tenemos á nuestra disposición, por el momento, otros caudales de agua capaz de ser utilizados para el uso de la Capital, que el de los ríos.

TERCERA PARTE

El embalse del Río Santa Lucía y el «Canal Zabala»

Descartado ya lo que se relaciona con la provisión de agua que actualmente utiliza Montevideo, y lo relativo á la clase de las aguas naturales de que nos es dado en la actualidad disponer, veamos para terminar, las condiciones en que la Empresa del «Canal Zabala» ofrece un nuevo aprovisionamiento á la Capital.

Recordemos que dicha Empresa se propone construir un dique al través del curso del río Santa Lucía, en el sitio llamado «Picada de Almeida», con objeto de formar un embalse de agua de una extensión superficial de 4 300 hectáreas y de una capacidad de ciento noventa millones de metros cúbicos, el cual debe servir para suministrar el agua á un canal que terminará en la Bahía de Montevideo. De este canal, que está destinado á la navegación, al riego de terrenos de agricultura y á la producción de fuerza electro-motriz, el Estado debe tomar á la altura de «La Paz» un mínimum de 60,000 metros cúbicos diarios, al precio de 5 milésimos el metro y destinada esa agua al abastecimiento de la ciudad de Montevideo.

No se trata, pues, de un aprovisionamiento de la ciudad por parte de la Empresa, sino de un suministro de agua impura, que el Estado deberá depurar y distribuir, en la forma que lo crea conveniente.

Debemos, pues, estudiar las diferentes cuestiones que encierra esta propuesta, y que son:

1.º Calidad y caudal de agua del río Santa Lucía en la «Picada de Almeida»;

2.º El embalse del río;

3.º El agua del «Canal Zabala»; y

4.º Cantidad y precio del agua.

I

El Río Santa Lucía en la «Picada de Almeida». La calidad de sus aguas y su caudal

El río en que se propone establecer el embalse la Empresa del «Canal Zabala», es el mismo del cual se extrae el agua de consumo de Montevideo; pero la «Picada de Almeida» está situada á unos 120 kilómetros más hacia su nacimiento que el punto de captación actual, próximo al antiguo Paso de las Piedras. La parte de río comprendida entre uno y otro punto, recibe la afluencia de los arroyos Canelón Grande, Santa Lucía Chico, Mendoza, Arias, Tala, Chamizo, Vejiga

y otros pequeños de menor importancia. La zona comprendida entre los dos puntos indicados, es más poblada hacia el sitio de captación de la Empresa de Aguas Corrientes, y en su vecindad casi la totalidad de los campos son dedicados á la agricultura; además debemos citar las villas de Santa Lucía y 25 de Agosto, y en la misma proximidad de la captación la desembocadura del arroyo Canelón Grande, formando un bañado, cuyas aguas casi estancadas son de la peor calidad según la opinión del profesor Arechavaleta, ya citado en la primera parte de este Informe. Por el contrario, en la vecindad de la Picada de Almeida no hay poblaciones, y solamente existen las habitaciones de las estancias, pues en toda esa zona no se practica la agricultura; muy lejos, hacia las nacientes del río, el arroyo San Francisco pasa en las orillas de la ciudad de Minas, y sus aguas sirven para el baño y lavado de ropas de sus habitantes.

Estas consideraciones nos conducen á suponer que, el agua del río Santa Lucía en la Picada de Almeida será mucho menos poluída que en el punto actual de captación, por la ley general de que las aguas de un río son tanto más puras cuanto más cerca de sus nacientes se toman; y además por la falta de pueblos y de zonas de labranza á su alrededor.

Pero, además de estas consideraciones generales, podemos formar un juicio más exacto por los análisis del agua del río, tomada en el mismo punto donde se proyecta la represa y en su vecindad en el Paso de las Toscas, que en los anteriores proyectos de construcción del «Canal Zabala», era el elegido para su construcción.

En el informe presentado el 11 de mayo de 1894, por el anterior Consejo de Higiene Pública, relativo á una anterior propuesta del «Canal Zabala», se dice, refiriéndose al agua del río Santa Lucía captada en el Paso de las Toscas: «Repetidas series de análisis comparativos han probado de un modo suficiente, á juicio del Consejo, que el agua tomada en el Paso de las Toscas es más pura, conteniendo menos cantidad de materia orgánica, que el agua del mismo en el punto actual de captación». (87) Acompañan á este informe dos boletas de análisis del Laboratorio Municipal, conteniendo estos datos correspondientes á enero de 1894:

Agua tomada en el punto de captación de la Empresa de Aguas Corrientes

Materia orgánica por litro. . . .	0 gr. 00512
Residuo seco á 180º »	0 gr. 173

(87) Expediente del «Canal Zabala». Secretaría de la H. Cámara de Representantes,—Tercer legajo.

Agua tomada en el Paso de las Toscas

Materia orgánica por litro. . . .	0 gr. 00392
Residuo seco á 180° »	0 gr. 145

Acompaña también un oficio del doctor Morelli, jefe entonces del Laboratorio de Bacteriología de la Facultad de Medicina, en el cual se establece lo siguiente:

AGUA DEL RÍO SANTA LUCÍA EN EL PASO DE LAS TOSCAS

Hongos	400 por cent. cúbico
Microbios	1,200 » » »

Contiene bacillus coli-comunis

AGUA DEL RÍO SANTA LUCÍA, EN LA TOMA DE AGUAS

Hongos	500 por cent. cúbico
Microbios	1,700 » » »

Contiene bacillus coli-comunis

En el informe de la misma Corporación de fecha 23 de noviembre de 1894, relativo á otra propuesta de la misma Empresa del «Canal Zabala» no se habla de nuevos análisis y se refiere á los anexos al informe del mes de mayo, y que son los arriba transcritos.

En una memoria teórico-práctica, sobre el «servicio de agua potable en la ciudad de Montevideo» (88), y destinada á fundar la propuesta del «Canal Zabala», se ven en sus páginas 64 á 67, unos cuadros sobre la cantidad de materia orgánica que en unos meses de los años 1888 y 1889, contenía el agua del río en el Paso de las Toscas, y su comparación con la del agua del punto de captación de la actual Empresa de Aguas Corrientes; y de los cuales se deduce que, en el primer punto el agua tiene menos materia orgánica que en el segundo. Pero, estos análisis adolecen de un defecto capital, que nos obliga á no darles valor, y es que no se dice por quién han sido hechos, ni qué Laboratorio los autoriza.

Por pedido de esta Sección, fué practicado en marzo de este año un análisis completo del agua del Río Santa Lucía, tomada en la Picada de Almeida. Esos análisis fueron hechos por los Laboratorios municipales—Químico y Bacteriológico—sobre el agua tomada por sus directores.

He aquí esos análisis, cuyos originales se adjuntan agregados á este Informe.

(88) JOSÉ M. CARRERA y señor SERAPIO DE SIERRA. El servicio de agua potable en la ciudad de Montevideo. Folleto. Montevideo.—Imprenta de «La Tribuna Popular», 1891.

Examen bacteriológico del agua en la Picada de Almeida

Bacterias por c. c.	1,362
Bacterias que liquidan por c. c. .	537
Bacterias patógenas	Bacilo coli virulento

Examen bacteriológico del agua en el punto de captación de la Empresa de Aguas Corrientes

Bacterias por c. c.	726
Bacterias que liquidan por c. c.	282
Bacterias patógenas. Bacilo Coli.	

Este examen indica una inferioridad del agua de la Picada de Almeida sobre la del punto de captación actual, por tener mayor número de gérmenes y por ser virulento el coli que contiene.

Debemos observar, que no es posible hacer ninguna deducción de *un solo* análisis, y que, aun cuando muchos análisis dieran el mismo resultado que éste, ellos no indicarían una calidad inferior permanente del agua en la Picada de Almeida, sobre la del punto de captación, porque no son semejantes los dos puntos del río. En el punto de captación el agua forma un pequeño embalse de cierta profundidad (más de 3 metros); y habiendo sido suprimido el antiguo Paso de las Piedras, no hay ningún tránsito de caballerías ó vehículos al través del río, hasta varias leguas más arriba, en la villa de Santa Lucía. La Picada de Almeida por el contrario es un paraje de poco fondo, donde las aguas tienen que estar necesariamente más poluladas por ese mismo tránsito, y por el arroje de materias excrementicias de origen animal y humano. Estas condiciones, por otra parte, son modificables, pues una vez construída la represa quedará suprimido el camino de tránsito, y con éste, las causas actuales de infección. Todas estas condiciones explican muy bien la mayor riqueza de bacterias y la virulencia del coli, punto sobre el cual no queremos extendernos de nuevo, refiriéndonos á cuanto hemos ya dicho en la primera parte de este Informe.

Según nuestro criterio, mayor valor debe darse al análisis químico, porque indica caracteres más permanentes, y no tan transitorios como el examen bacteriológico. He aquí ese análisis:

Análisis practicado de una muestra de agua del Río Santa Lucía, en la Picada de Almeida

Datos determinados en el agua del río sin decantar:

Temperatura del aire	24°1
Temperatura del agua.	23°4

Aspecto	Ligeramente opalescente
Color	Ligeramente amarillo
Olor	Nulo

	Milig. por litro
Materias en suspensión	12.0
Materias orgánicas en O (medio ácido)	4.20

Datos determinados en la misma agua decantada:

Aspecto		límpido
Color		nulo
Olor		nulo
Dureza en grados franceses	Total	10°0
	Permanente	7°5
	Temporaria	2°5
		Milig. por litro
Materias orgánicas en O.	Medio ácido	3.70
	Medio alcalino	3.00
Oxígeno disuelto		7.59
Amoníaco salino en NH^3		0.042
Amoníaco albuminoideo en NH^3		0.146
Nitratos en NO^3		0.34
Nitritos en NO^2		0.00
Residuo seco á 180°		178.00
Alcalinidad en Na		46.00
Sílico en Si O^2		17.00
Sulfatos en SO^4		19.20
Cloruros en Cl		18.81
Acido carbónico total		90.70
» » fijo		43.00
» » libre		4 70
Cal en Ca		21.46
Magnesia en Mg		8.92
Potasa en K		2.49
Sosa en Na		23.93
Hierro y alúmina		Vestigios.

Respecto al valor de las cantidades de las sustancias contenidas en esta agua, nos referimos en un todo á lo que hemos dicho en la Primera Parte de este Informe, al tratar de la composición del agua de Santa Lucía. Recordaremos solamente, lo que entonces dijimos sobre el valor de las cantidades de materia orgánica dosificadas por el permanganato de potasio en medio ácido y en medio alcalino; según Pouchet y Bonjean, la materia orgánica de origen vegetal toma más oxígeno en solución ácida que en solución alcalina, lo que es el caso en

este análisis; luego debemos deducir que la materia orgánica del agua en la Picada de Almeida era de origen vegetal, que es considerada como menos dañina que la de origen animal. Recuérdese que lo mismo resultó del análisis del *agua bruta* del río tomada en el punto de captación de la Empresa de Aguas Corrientes.

Sin tener intenciones de sacar conclusiones absolutas de un solo análisis, al comparar este análisis con el hecho contemporáneamente en el agua bruta del río en el punto de captación actual, y que hemos transcrito en la primera parte de este Informe, se ve que la cantidad de los compuestos considerados como principales, en cuanto dan elementos de juicio para juzgar la calidad del agua, como son la materia orgánica, el amoníaco salino, el ázoe albuminoideo, los nitratos, los sulfatos y los cloruros,—se ve, decíamos, que ellos están en menor cantidad en el agua de la Picada de Almeida, que en el agua del punto de captación actual. De una manera general, la comparación de esos dos análisis demuestra que, bajo el punto de vista de sus componentes, el agua de la Picada de Almeida es más pura que la del punto de toma de la Empresa; pero sin que esta diferencia quiera decir que alguna de ellas no sea potable químicamente.

Es de sentirse que no poseamos un número mayor de análisis, para poder deducir conclusiones más firmes.

Caudal del río en la Picada de Almeida — Este punto no es de la competencia del higienista, y por lo tanto está fuera de los alcances de esta Sección; consignaremos los pocos datos que hemos podido juntar á este respecto, sin hacer comentarios; manifestando sin embargo, la opinión de que, ellos son completamente insuficientes, por no haber sido tomados de una manera continua durante un plazo de tiempo bastante largo. A este respecto se nota la deficiencia de los conocimientos sobre los ríos de nuestro país á que hicimos ya referencia en la Segunda Parte de este estudio.

En el Informe presentado por el señor ingeniero F. Michaelson al Departamento Nacional de Ingenieros en septiembre 3 de 1895 [89], relativo á una anterior propuesta del «Canal Zabala», después de considerar los datos de que se disponía en aquel entonces, se dice en conclusión: «Con todo y á pesar de la deficiencia de datos, he llegado á formar opinión de que el caudad de aguas del río Santa Lucía en el Paso de Vales, es suficiente en toda época, para el abastecimiento de aguas potables para la ciudad de Montevideo». Aunque esta conclusión se refiere al río de Santa Lucía en el Paso de Vales, puede aplicarse perfectamente á la Picada de Almeida por la proximidad de estos dos parajes.

---

(89) Expediente de la propuesta «Canal Zabala», Secretaría de la H. Cámara de Representantes.

En la memoria impresa que acompaña la última propuesta del «Canal Zabala» (90) que motiva este Informe, existe en la página 12 un capítulo titulado *Caudal de agua*, en el cual teniendo en cuenta la cuenca del Santa Lucía aguas arriba de la Picada de Almeida (4,000 kilómetros cuadrados), la cantidad de lluvia que cae en esa cuenca según los cálculos del Observatorio del Colegio Pío de Villa Colón; el caudal del río en el punto en que se proyecta la represa; el gasto diario del Canal para los tres servicios de riego, navegación y suministro de agua á la ciudad; y la pérdida por evaporación según el Observatorio citado, se llega á la conclusión de que el embalse de 190:000,000 de metros cúbicos de capacidad, es más que suficiente para llenar sus triples funciones aún en el caso de seca que durase más de tres meses.

Cabe observar, que no habiendo informado aún el Departamento de Ingenieros, los números en que se basa esta conclusión no han sido verificados. Lo mismo debe decirse respecto á la posibilidad de obtener en la Picada de Almeida un tan gran embalse, con la enorme extensión superficial de 4,300 hectáreas y la capacidad de 190:000,000 de metros cúbicos; la exactitud de estas cifras debe ser confirmada por la corporación técnica.

Otro punto interesante, y que es necesario dilucidar, es si la cantidad de 190:000,000 de metros será suficiente en las grandes secas para el triple servicio á que se destina el Canal, teniendo en cuenta que según las opiniones de los higienistas alemanes, que más adelante exponemos, los estudios de los embalses mejor construídos en Alemania, demuestran que cuando el agua de ellos desciende por el exceso de consumo de *un cuarto* de su capacidad, el agua pierde todas las excelentes cualidades que tenía cuando el nivel del agua era elevado.

Bien es verdad que, según el artículo 6.° de la propuesta, en el aprovechamiento del agua debe observarse el siguiente orden de prelación: 1.º Abastecimiento de poblaciones (Empresa de Aguas Corrientes); 2.º Fuerza hidráulica y eléctrica; 3.º Riegos; 4.º Canales de navegación; 5.º Abastecimiento de ferrocarriles; 6.º Molinos y otras fábricas, barcas de paso y puentes flotantes; y 7.º Estanques para viveros y criaderos de peces. De manera que, el abastecimiento de agua para la ciudad de Montevideo, único punto que es de incumbencia de esta Sección, estaría garantido, considerando que, por ahora, bastarían 75,000 metros cúbicos diarios; y que, aún cuando se calculara sobre la base de extender el servicio de agua á todas las otras

(90) Memoria del Proyecto Canal Zabala, Montevideo. Imprenta calle Cámaras 147.— Junio de 1901.

poblaciones del departamento, y algunas del de Canelones, existiría siempre en el embalse suficiente cantidad de agua para este servicio. Sin embargo, es necesario tener en cuenta lo que decimos respecto al límite de disminución tolerable de la capacidad del embalse.

II

El embalse del río Santa Lucía

Hemos dicho al final de la Segunda Parte, que hay grandes ventajas higiénicas, cuando se utilizan los ríos, en captar el agua en las proximidades de su nacimiento, alejándose en lo posible de los grandes centros de población y de las tierras de cultivo, por ser los grandes impurificadores de las aguas de superficie. Pero, la aplicación práctica de este consejo, tiene un grave inconveniente, cual es el de que, cerca de su nacimiento si bien el agua es siempre de mejor calidad, en cambio existe en cantidad insuficiente para llenar las necesidades de una gran población como Montevideo. En las épocas de las lluvias los ríos cerca de su origen llevan un gran caudal de agua, que rápidamente desaparece siguiendo el cauce, para reducirse en las épocas de seca del estío, en delgadas corrientes de aguas de muy escaso caudal.

Por eso, desde la más remota antigüedad, se ha pensado en ahorrar el agua de las épocas de lluvias para reemplazar la que falta en los tiempos de seca, con la formación de embalses del río, estableciendo un dique al través de su curso. Estas *reservas de agua*, han llegado á ser clásicas en épocas pasadas; y más modernamente se han utilizado para las industrias, para los canales de navegación y de riego, y para el consumo de las poblaciones. Unas veces estos diversos usos eran llenados en conjunto por el embalse, pero más modernamente en Norte América y últimamente en Alemania, los embalses de aguas destinados al consumo de las ciudades se han construído con ese exclusivo objeto.

Muchas son las ciudades que actualmente utilizan el agua de los embalses de los ríos para el consumo, y sin pretensión de hacer una enumeración completa, hemos confeccionado el siguiente cuadro, con la indicación de los principales embalses y su capacidad.

Algunas ciudades alimentadas por aguas de embalses.—(LAGOS ARTIFICIALES)

Ciudades	Ríos embalsados	Capacidad
Inglaterra:		
Liverpool	Livingston	18:000,000 m³
—	Vyrnwy	55 000,000 »

Ciudades	Ríos embalsados	Capacidad
Manchester	Longdeudale	18:000,000 m³
—	Thirlmere	1:845,000 »
Glasgow.	Gorbal	4:761,000 »
Dublin	Vartoy	10:800,000 »
Edimburgo	—	—
Francia:		
Saint-Etienne.	Jurens	1:620,000 »
Annonay	Ternay	11:700,000 »
Epinal	Bouzey	8:316,000 »
Roanne	Tache	20:250,000 »
Montluçon	Le Cher	30:000,000 »
España:		
Madrid	Lozoya y Villar	19:800,000 »
Bélgica:		
Verviers.	Gileppe	12:250,000 »
Italia:		
Cagliari	Corrongio	18:000,000 »
Génova	Gorgente (3 represas)	6.994,150 »
Estados Unidos:		
Valle de Tonto	Arizona	1,260:000,000 »
Nueva York	Croton (15 represas)	121:000,000 »
Boston	Washua River	238:000.000 »
Denver.	—	228:000,000 »
California	Valle del Oso	—
Filadelfia	—	—
Australia:		
Melbourne.	Narvondah	37:800,000 »
Coolgardia-Kalgoordia. . .	Helena River	2:800,000 »
India:		
Bombay	Tausa	73:000,000 »
Baroda	Surya	5:791,000 »
Alemania:		
Remscheid	Schbachthal	1:065,000 »
Lennep	Panzerthal	111,000 »

Ciudades	Ríos embalsados	Capacidad
Hückeswagen	Beverthal	3:300,000 m³
Ronsdorf.	Salbachthal	300,000 »
Marienheide.	Livgesethal	2:600.000 »
Lüttringhaussen	Herbinghauserthal	250,000 »
Glüder	Sengbachthal	3:000,000 »
Altenvörde	Ennepethal	10:000,000 »
Meschede	Hennetal	9:500,000 »
Hasped	Hasperbach	2:000,000 »
Gemünd	Urftthal	45:500,000 »
Plettenberg	Oesterthal	3:000,000 »
Austria:		
Viena	Schwartza	—
Chile:		
Valparaíso	—	56:400,000 »

Muchos otros embalses están citados en los Tratados de Higiene, y sobre los cuales no hemos podido conseguir datos de su capacidad y otras condiciones.

De todas estas *reservas* la más conocida es, sin duda, la que provee de aguas á la ciudad de Nueva York, y conocida con el nombre de *Lago artificial de Croton* por haber sido establecido sobre este río. Las obras se iniciaron en mayo de 1837, y el 4 de julio de 1842 llegaban por primera vez las aguas corrientes á Nueva York, que festejó ese acontecimiento con manifestaciones civiles y militares y otras fiestas apropiadas. El *Lago Croton*, se formó por el embalse de las aguas del río detenidas por una represa situada á 6 millas arriba de la desembocadura, y tiene 4 millas de largo y 1/4 de milla de ancho, de 400 acres de superficie, y de una capacidad de 600:000,000 de galones. Poco después de su terminación, se hicieron estudios para formar otros embalses en diferentes partes del río, y se proyectaron hasta el número de 15, que de antemano fueron designados por letras, de la A á la O, y que á medida de su construcción cambiaron por el nombre de su ubicación. De esta manera la mayor parte del curso del río y de sus afluentes, ha sido represado. Desde el año 1842 hasta el presente, estos lagos artificiales han dado toda el agua que ha necesitado Nueva York, siendo depositada en grandes tanques donde terminaba la decantación, y *sin filtrar* es distribuída á la población. Todavía en la actualidad Nueva York tiene en proyecto la construcción de los enormes filtros que deben darle 3:000,000 de metros cúbicos diarios de agua filtrada.

La interesantísima obra de Wegmann (91) en la cual se hace la historia y la descripción de todas las represas construídas en el río Croton, ilustrada con planos y fotografías de las obras, y de la cual tomamos estos datos, trae los análisis de las aguas del primitivo embalse del Croton, correspondiente á los años 1843, 1859, 1869, 1872, 1879, 1881 y 1895, los que demuestran que, químicamente, esa agua es de buena calidad. No conocemos ningún estudio sobre su composición microbiana.

Fuera de este embalse, existen en Norte América 54 ciudades que utilizan agua de procedencia semejante, por embalses de todas dimensiones; existiendo sobre el valle de Tonto, sobre el río Arizona, el más grande del mundo con una capacidad de 1,260.000,000 de metros cúbicos, ya que, el de Assouan en Egipto, sólo tiene 1,065:000,000. (92)

Cualidades del agua de los embalses.—Mucho se ha hablado sobre las cualidades del agua de estas *reservas*, y en especial de aquellas construídas hace años, destinadas á usos industriales y de riego.

Es claro que, no habiéndose pensado en utilizar esas aguas para el consumo de las poblaciones, se explica perfectamente que en la ejecución de las obras no se hayan tomado las precauciones que hubieran sido de rigor, si las aguas estuvieran destinadas al consumo; pero lo peor del caso es que, en algunos de estos embalses se ha concluído por utilizar el agua como bebida, á pesar de su primitivo destino, y entonces se explican las justas críticas que los autores hacen á esas instalaciones, entre las cuales pueden citarse las primitivas de Génova y de Sassari en Italia.

Todavía, otros embalses destinados para uso exclusivo de aprovisionamiento de agua para las poblaciones, han sido construídos en una época en que la Higiene, falta de los conocimientos que le ha prestado más tarde la Bacteriología y la Biología, no era tan exigente para las aguas de bebida. En este caso se encuentra el lago artificial de Croton, en Nueva York, que ha sido objeto de tantas críticas, y algunos otros de los Estados Unidos de Norte América, cuyas ciudades se preocuparon más de tener toda el agua necesaria, que de su calidad. Más de una vez, las aguas de tales embalses han dejado de reunir las condiciones necesarias de las destinadas al consumo, y algunas como las de San Francisco, han tomado, á veces, un gusto des-

---

(91) E. Wegmann The water supply of the City of New York. Nueva York, 1896.

(92) Ed. Imbeaux.- L'alimentation en eau et l'assanissement des Villes. Tomo I, París, 1902.

agradable en verano. En otros embalses, como en el mismo de Croton, se ha establecido en sus orillas una numerosa población de villas y casas de recreo, que vertían en el lago todos sus residuos, incluso los humanos, polulando así fuertemente las aguas, con grave riesgo de la salud pública, tanto más cuanto que la ciudad de Nueva York no filtra sus aguas de consumo.

Se agrega aún, para ciertos otros embalses, la alteración de las aguas producida por el desarrollo de una enorme vegetación acuática que moría con los fríos del invierno, entrando en putrefacción, y dando á las aguas de esos lagos un olor y sabor desagradables.

Pero, debe tenerse en cuenta que, estas cosas pertenecen á épocas pasadas, han acontecido hace muchos años, y son contemporáneas de aquellas otras instalaciones de la ciudad de Chicago en 1842, para tomar el agua del lago Michigán por medio de un tubo establecido cerca de la orilla, y como el agua era utilizada sin filtrar, habiéndose desarrollado una enorme cantidad de pequeños pececillos (*Leuciscus Phoximus*), los consumidores los recogían al sacar el agua de las canillas de los servicios domiciliarios, vivos y muertos, y concluyeron por dar tan mal sabor y olor al agua, que fué necesario alejar el punto de captación 6,400 metros de la orilla. (93)

El excesivo desarrollo de algas y criptógamas, parece ser un hecho corriente en los Estados Unidos de Norte América, no sólo en los embalses, sino que también en los depósitos de decantación: las altas temperaturas del verano favorecen su desarrollo, y las bajas del invierno producen su muerte y la descomposición consecutiva. Debemos decir que, el desarrollo de algas y criptógamas es un hecho universal; todas las aguas de superficie las tienen, y en estos últimos años se les ha hecho jugar un papel benéfico en la *autoepuración* de las aguas de los ríos y de los lagos, correlativo de sus fenómenos vitales. Juegan también un papel importante en la depuración artificial de las aguas, formando parte de la membrana biológica en los filtros de arena. Para estos aparatos también existe una *biología de los filtros*, semejante á la *biología de las aguas*, que explica los fenómenos de purificación natural.

Esa vegetación se puede ver en todos nuestros arroyos y estanques, y existe abundante en el río Santa Lucía en el punto de captación de la Compañía de Aguas Corrientes, que se ve obligada á hacer la limpieza periódica de la cuenca de ese paraje, y hemos podido verla personalmente, en los depósitos de decantación y en los filtros de arena, de la Usina de Santa Lucía. Y mismo, según el profesor Are-

---

(93) La provista dell'acqua potabile á Chicago. («L'Ingegnería Sanitaria», 1893, p. 149).

chavaleta, [94] el agua de consumo de Montevideo ha tenido en 1895 un «olor y gusto *sui generis*» debido á la descomposición de grandes cantidades de un alga, la «*Cladophora fracta*», que se había desarrollado en el agua del río Santa Lucía.

Pero, si en pequeña cantidad su presencia puede ser considerada benéfica, no es lo mismo cuando se desarrollan excesivamente. En estos últimos años se han hecho estudios para destruir esas vegetaciones de los embalses y depósitos de decantación, sin perjudicar la calidad de las aguas. Se ha usado con ese objeto el sulfato de cobre, y en los Estados Unidos ha dado excelentes resultados, en Winchester, en Ky, en Baltimore, en Cincinati (Ohio), en Butte, en Glencove, en Greenwich, en Newtown, etc. [95] Las cantidades de cobre que se necesitan son sumamente pequeñas, y las experiencias hechas han llegado á fórmulas de una parte de sulfato de cobre por 50:000,000 de partes de agua para las algas menos resistentes, y una parte de sal de cobre por 500,000 partes de agua para la de mayor resistencia. A estas dosis, el sulfato de cobre no queda en el agua, pues después de la aplicación no ha sido posible reconocer su existencia por el ferrocianuro de potasio, y además no es dañoso ni para los peces, ni para los vegetales más superiores, como el berro, por ejemplo. El Ingeniero Raddi [96] relata los ensayos hechos en 1901 en Washington, para la destrucción de las algas *spyrogiro* y *blathracisitis* que fueron destruídas totalmente en pocos días en los depósitos, con cantidades de sulfato de 1/50.000.000.

Fuera de este tratamiento, la limpieza continua de la superficie de las aguas embalsadas, da el mismo resultado, pero exige mayor tiempo, mayores atenciones y mayores gastos.

Los peligros de la polución de las aguas embalsadas por la vida del hombre en sus orillas, es más difícil de evitar, por los enormes gastos que demanda, para los lagos artificiales cuyas orillas se han ido poblando. Pero, las ciudades no han trepidado en afrontar los grandes gastos que el desalojo de esas habitaciones acarrearía, y siguiendo los dictados de los higienistas modernos, han creado alrededor de los embalses extensas zonas deshabitadas, pobladas de árboles y perfectamente aisladas de todo contacto humano ó animal.

---

(94) Carta del Profesor Arechavaleta al doctor Brian, publicada en un folleto titulado «Cuestión Aguas Corrientes». La propuesta Carrera.—Montevideo.—A. Barreiro y Ramos, editor.—1895.

(95) J. Ogier et E. Bonjean.—L'eau.—Fascículo 2.° del «Traite d'Hygiene» de Brouardel et Mosny.

(96) A. Raddi.—La sterilizzazione dell'acqua mediante il solfato di rame. «L'Ingegneria Sanitaria».—1904. Pág. 131.

Manchester ha expropiado toda la cuenca del lago *Thirlmere* en una extensión de 11,000 acres; *Liverpool* ha adquirido la cuenca del río *Riffington* y del lago *Vyrnwy*; *Birmingham* las cuencas de los ríos *Elan* y *Claerwen* en una extensión de 45,000 acres; *Glasgow* ha prohibido toda edificación en las orillas del lago *Kotrine* ((20,000 acres) y *Edimburgo* igualmente con los terrenos que rodean el punto de captación de sus aguas. (97) En *Alemania* esa zona de protección ha sido establecida desde el principio, en los embalses construídos en estos últimos años.

Además de estas precauciones, se han indicado otras á tomarse durante la obras de construcción del dique. Nos referimos á la preparación del terreno donde se va á depositar el agua, así como el modo de funcionamiento. En algunos embalses de Norte América, y mismo de Alemania, las aguas del primer *llenamiento* del embalse, tomaron rápidamente un aspecto muy desagradable, con un fuerte mal olor y mal sabor; esa alteración del agua se produjo por la alteración de los vegetales (césped y hierbas) que cubrían las tierras que fueron inundadas por las aguas, al llenarse el embalse. Desde entonces se ha aplicado con todo rigor la medida de sacar en esos terrenos que quedarán debajo del agua, no sólo los árboles y arbustos, sino también las plantas, el césped y aún las raíces de los árboles, y en aquellas tierras ricas en humus, se ha resuelto extraer toda la capa, en un espesor prudencial. Los grandes gastos que estas obras han exigido, han sido compensados por el hecho de que, desde el primer llenamiento, el agua de esos embalses así preparados, ha sido excelente desde el principio.

Realizando el sabio precepto higiénico de que, es más fácil y más útil evitar el mal que curarlo, se ha establecido en las zonas de protección de que antes hemos hablado, una compacta muralla de árboles, que además de sanear el suelo, y dar utilidad al municipio con las maderas que su corte periódico proporciona, impida el acceso del hombre y de animales hasta la orilla del agua embalsada. Se ha prohibido, además, la navegación y la pesca en sus aguas. El Profesor Fraenkel (98) relata que las bellezas de algunos embalses que se asemejan á muchos pequeños lagos de los países montañosos, los ha hecho sitios de turismo, y en sus alrededores se han establecido hoteles y se han construído villas de recreo; todo lo que acarrea peligro de polución de las aguas. «Toda instalación de aprovisionamiento de agua para ciudades, dice el distinguido profesor, debería ser conside

(97) E. Imbraux.—De la necesité et des moyens d'instituer une protection efficace pou les eaus d'alimentation des Villes. «Revue d'Hygiene», 1904.

(98) Profesor Fraenkel.—Wasserversorgung mittelst. Thalsperren Deutsch Vierteljahrs-chrift fur Offel. Gesundsh. 1901.

rado como un santuario nacional, ó como un lugar de veneración de la diosa *Hygieia*, tan antigua y sin embargo tan moderna. Este lugar debería ser separado lo más posible del bullicio del mundo y ser protegido de todo pie profano».

Insisten también los autores, y en especial Intze (99) sobre las grandes precauciones que las oficinas técnicas deben tomar, para garantir el dique de contención de las aguas, contra los peligros de ruptura, ya que hechos de esta clase se han producido en épocas de grandes crecientes, con alguna frecuencia, produciendo, como la ruptura del dique de Jenstown, doce mil víctimas, además de las inmensas pérdidas materiales por el arrasamiento de la región.

Si deseamos investigar la opinión de los higienistas respecto al valor de las aguas de los embalses, se debe hacer notar que, los autores un poco antiguos, no estaban en condición de conocer los buenos resultados que ahora dan los embalses, por carencia de estudios especiales que son de reciente data, y además porque juzgando sobre las *reservas* construídas hace muchos años, sin sujeción á las reglas higiénicas modernas, han formado un juicio demasiado superficial de esta cuestión, cuando no demasiado injusto, en la actualidad.

Revisando todos los Tratados de Higiene que datan de algunos años, nos ha llamado la atención la forma por demás superficial con que está tratada esta cuestión, sin acopio de datos, copiándose los unos á los otros, y reproduciendo en las ediciones más recientes los mismos párrafos de las primeras, sin agregar nada de los últimos estudios sobre esta tan interesante cuestión; concluyendo por exponer, más una impresión, que una opinión científica fundada, lo que en definitiva hace que esas opiniones tengan muy escaso valor.

Así en la notable obra de Rochard (100), en su tomo tercero, apenas se dedica una página en el párrafo titulado: «*Digues et Barrages*», en el cual se indican las condiciones de su construcción, los peligros de ruptura, y no se da opinión ninguna sobre la calidad del agua. Proust (101) en su más reciente edición, tampoco dedica más que un corto párrafo á los embalses, sin dar opinión. En el otro tratado de Rochard (102) encontramos la misma carencia de datos. En la notable obra de Bechmann (103) la cuestión está estudiada más extensamente, pero, principalmente, bajo el punto de vista de la ingeniería; y bajo el nombre de *lagos artificiales*, establece una división entre *estanques*, (de poca profundidad y en los cuales las aguas se hacen im-

---

(99) Profesor INTZE.—Wasserversorgung mittelst Thalsporren, en el mismo número de la Revista arriba indicada.

(100) JULES ROCHARD.—«Enciclopedie d'Hygiene». Tomo 3.º. Paris, 1891.

(101) A. PROUST.—«Traite d'Hygiene». Paris, 1904.

(102) J. ROCHARD.—«Traite de Hygiene». Paris, 1897.

(103) G. BECHMANN.—«Salubrité urbaine». Distributions d'eau et assainissement. 2e edition. Paris, 1898. Tomo 1.º, pág. 189.

propias para los usos domésticos, los estanques de *Versalles*, por ejemplo), y los embalses *profundos* que formando un verdadero *lago*, se obtiene una reserva importante, donde el agua se decanta, adquiere una temperatura casi constante, se altera poco, siempre que la profundidad no descienda en ninguna parte debajo de 1 m. 50 á 2 m., y que es considerada, particularmente en Inglaterra y en Estados Unidos, como un excelente recurso para la alimentación de las ciudades. Spataro (104), en la primera parte del volumen 3.º de su obra tan conocida, dedica un capítulo á los *lagos artificiales*, en el que establece como *únicas objeciones*, la posibilidad de infiltraciones del agua del embalse; el terraplenamiento de la cuenca por los arrastres del agua; la estabilidad del dique de represa; y la contaminación del aire bajo el punto de vista de la producción de la malaria, cosa esta que en la actualidad está ya juzgada en sentido negativo. Estudia en seguida tres embalses de Italia; el de *Sassari*, con aguas alteradas, por la gran cantidad de sustancia orgánica de terrenos de cultura, y *diversos lavaderos y maceratorios de lino*; el de *Génova*, creado para dar agua á presión á la industria, por ser las aguas impropias para bebida (105); y el de *Cagliari*, que alimenta á esa ciudad desde 1867, y que á pesar de la época en que fué construído sus aguas son de buena calidad, mismo de mejor calidad que las del río Correngio que lo forma, y según lo comprueban dos análisis de sus aguas. E. Imbeaux (106) dedica un corto párrafo á los *lagos artificiales*, diciendo que, están en análogas condiciones que los lagos naturales, é indicando las precauciones que deben tomarse en su construcción. Oesten (107) en el tratado de higiene alemán, dedica también un corto párrafo á los embalses (*Thalsperren*) indicando las precauciones higiénicas que deben tomarse con el terreno durante la construcción, y enunciando los principales embalses conocidos en aquel entonces. Arnould (108) aún en su última edición del año 1907, dedica sólo veintidós líneas á tratar esta tan importante cuestión, y después de hablar por boca del profesor Krusse, diciendo que: «Las aguas así coleccionadas son de bastante buena calidad, si las zonas de atrás en la su-

---

(104) D. SPATARO.—«Igiene delle abitazione». Vol. III, Parte I, pág. 49.

(105) En la actualidad Génova posee otros dos embalses, terminados en los años de 1883 y 1887, que se utilizan para el consumo de la ciudad á entera satisfacción de las autoridades sanitarias. Véase F. BASTIANI. Condotte d'acqua patable á Genova «L'Ingegneria Sanitaria», 1896.—L. PAGLIANI. «Tratatto de Igiene». Tomo 1.º. Parte segunda.

(106) ED. IMBEAUX.—«L'alimentation en eau et l'assainissement des Villes». Tomo 1. Pag. 118. Paris, 1902.

(107) OBERINGENIEUR OESTEN.—«Wasserversorgung» en el Tomo I del «Handbuch der Hygiene» del doctor Med. Th. Weyl, pág. 450. Iena, año 1896.

(108) J. ARNOULD.—«Nouveaux éléments d'hygiene, 5e edition». Paris, 1907. Pág. 93.

perficie de las cuales ellas han corrido, pertenecen á una región inhabitada donde las causas de polución han sido reducidas al mínimum», y que, si el embalse es grande «la masa líquida se epura de una manera notable bajo la influencia del reposo, de la inmovilidad prolongada, hasta el punto de que el agua de ciertos embalses no tiene ninguna necesidad de ser purificada», expresa su impresión en esta forma: «A pesar de estas precauciones, y por más favorables que sean las circunstancias, el agua de los embalses (*barrages-reservoir*) no nos parece ofrecer en general bastantes garantías para que haya lugar de lamentar que este método de coleccionamiento de aguas destinado á la alimentación de las ciudades, no cuente casi ejemplo de aplicación entre nosotros.»

Pagliani (109) en su tratado en curso de publicación, dedica un capítulo á los lagos artificiales haciendo la historia de estas *reservas*, y las precauciones higiénicas que deben tomarse en su construcción; considera que debe tenerse con sus aguas las mismas exigencias que con los lagos naturales, de los cuales tienen también los inconvenientes, pero con la ventaja para los lagos artificiales, en lo relativo á las precauciones sanitarias, que ellos se forman en un lugar de elección, por lo cual, si ella es hecha con buen criterio, se puede llegar hasta cierto punto á evitar las poluciones. F. y E. Putzeys (110) en el fascículo XIV del Tratado de Higiene de Brouardel y Mosny, recién aparecido, estudia con más detención la parte higiénica de los embalses, haciendo notar que los primeros juicios sobre ellos, nacían de los construídos con fines de la irrigación; pero que, en la actualidad, se tienen elementos de comparación con los nuevos embalses bien construídos, que demuestran que, «los embalses pueden representar un medio precioso de alimentación de las ciudades después de un serio estudio geognóstico de la región, donde se propone establecerlos». Dice que, tienen la ventaja sobre los lagos naturales de que, al crearlos, se elija la *colocación* de manera á reducir á un mínimum los peligros de infección; que el agua que alimenta esos lagos artificiales es comparable, bajo el punto de la *calidad*, al agua de los naturales, aunque sus aguas contienen más materias húmicas porque los arroyos que los forman atraviesan regiones de bosques. Condena la conducta de algunas ciudades que usan el agua de estos embalses *sin filtrar*, que considera muy peligrosa, y relata una epidemia de tifoidea producida por el agua de la Gileppe, *usada sin epurar*.

(109) L. Pagliani: «Tratatto de Igiene e de Sanità Pubblica», Vol. I, Pág. 713. Milano.

(110) F. y E. Putzeys: «Approvisionnement comunale». Fascículo XIV del «Traité d'Hyg. de Brouardel y Mosny, pág. 66. París 1908.

Pero, los autores que más se han ocupado modernamente del estudio de las cualidades del agua de los embalses, han sido los alemanes. Y para darse cuenta de la importancia que en aquel país se da á esta cuestión, baste saber que ella ha figurado *tres veces* en la orden del día de los recientes Congresos de Higiene, y fué tratada en el último *Congreso Internacional de Higiene* celebrado en Berlín en el año 1907.

El Profesor Kruse [111], estudiando los embalses de Solingen, Barmen y Remscheid, dice que, aún cuando el agua llegada al embalse debe ser sospechosa por su origen, puede ser considerada á la salida como purificada por el hecho de la decantación, que hace desaparecer los organismos, ayudada por la acción destructora del aire y de la luz. Debe evitarse toda circulación en el embalse, como navegación y pesca. Trae una tabla de los análisis bacteriológicos del agua del embalse de Reimscheid en la superficie y en la profundidad, y del cual resulta que después de unas lluvias el agua de la superficie del embalce tenía 3,800 gérmenes por centímetro cúbico, y en la profundidad, la media fué de 35 gérmenes por centímetro cúbico. Y llega como resultado de ese estudio, á la conclusión de que, el *agua de estos embalses* (Thalsperrenwassers) *bien hechos y bien instalados, puede aguantar la comparación con las buenas aguas subterráneas.*

El doctor Chr. Nussbaum [112] es un entusiasta defensor de los embalses, cuyas condiciones ha estudiado muy detenidamente durante años. He aquí todas las *virtudes* que el autor encuentra en estas *reservas*: «disminuyen el peligro de inundaciones; son una defensa contra la carestía en tiempo de seca; ofrecen á la agricultura la posibilidad de agua de riego; procuran á los criadores de animales agua suficiente para sus establecimientos; permite la instalación de criaderos de peces con aguas siempre corrientes; procura agua en cantidad á muchas industrias y fábricas; es una fuente de *fuerza* tanto más apreciada cuanto más pobre en carbón de piedra es el país; da agua para canales de navegación; y por último, sobre todas estas ventajas, está la de que es una fuente de provisión de agua para las ciudades, que reciben así, agua buena y barata, ya para usos domésticos, ya para la limpieza de sus casas, de sus calles, plazas, jardines y alcantarillas. Por eso, á pesar de su elevado costo, la construcción de grandes embalses, en el sentido rural y urbano, es una obra productiva de gran importancia».—En cuanto á la calidad del agua, dice ser

---

(111) Kruse: Hygienische Beurtheilung des Thalsperrenwasser (Centralblat fur algemeine Gesundsheltspflege). 1901.

(112) Chr. Nussbaum: «Die wassergewinung durch Thalsperren» (Deutsche Vierteljahrsschrift. fur Offenliche Gesundsheitspflege, 1906. pág. 569.

excelente si el embalse es de cierta profundidad, pues en él se produce un fenómeno de *autopurificación*, debido á la decantación de las partículas térreas y de los microbios; por eso el agua es más pura contra el dique de contención; su pureza aumenta hasta cierta profundidad, y en el fondo el agua es más rica en bacterias que cuatro metros más arriba, y cree que no debe tomarse el agua á una distancia menor que esa del fondo; en las orillas también es más impura que en la parte media: en una palabra, el agua tomada contra el muro de contención ha sido siempre *insospechable*. El agua de los embalses, según el autor, «es superior á la de los ríos, y aún de los lagos naturales que están expuestas á ensuciamientos muy peligrosos por la habitación de sus orillas, y por la navegación; el peligro de infección de los embalses es mucho menor, tanto que en la mayoría de los casos es una excepción»; y tanto por su calidad como por la temperatura, considera que no es inferior al agua subterránea. A pesar de estas buenas cualidades, opina que para el uso de las poblaciones, debe purificarse en filtros de arena, ó con ozono, de preferencia.

En la 25.ª reunión de la *Sociedad Alemana de Higiene Pública*' celebrada en Trier, en septiembre de 1900, fué puesta á la orden del día la cuestión de «*Aprovisionamiento de agua por medio de embalses*» y fueron *rapporteurs* los profesores Intze y Fraenkel.

El profesor Intze [113], trató esta cuestión, de la que ya se habían ocupado en el año anterior, bajo el punto de vista de la ingeniería, indicando las ventajas que presenta sobre las instalaciones de agua subterráneas de las cuales citó los inconvenientes, y después dió el resultado de sus observaciones de más de *10 años*, sobre los embalses de Gemund, de Remscheid, Solingen y Barmen. Insiste en la necesidad de preparar el terreno para el embalse, desembarazándolo de los árboles, plantas, raíces y del césped, y en la necesidad de una zona de protección plantada de árboles y despoblada de hombres y animales. En estas condiciones el agua tomada contra el muro, presentaba en Remscheid y en otros embalses, sólo de 30 á 70 gérmenes por centímetro cúbico, pero es más impura en las orillas y en el fondo junto al suelo, por lo que establece que la toma debe hacerse contra el muro, construyendo al mismo tiempo que el dique, una torre de captación con aberturas á alturas variables para hacer la toma según el nivel del agua, ni en la superficie, ni cerca del fondo. Respecto á la parte *económica* dice *que, si no se necesitan máquinas* para transportar el agua, haciéndose por descenso natural, el metro cúbico cuesta 3 pfening (casi 1/2 centésimo de nuestra moneda) incluyendo interés y amortización del capital.

---

(113) INTZE: «Wasserversorgung mittelst Thalsperren in gesundheitlicher Beziehung» «Deustch Vierteljahrschrift für Off. Gesundheitspflege», 1901.

El profesor Fraenkel (114), trató la parte higiénica, en un *rapport* que en resumen dice lo siguiente: hasta ahora el agua de los embalses se ha mostrado muy ventajosa, cuando en su construcción se han llenado todas las condiciones necesarias (preparación del terreno, zona de protección boscosa). Las investigaciones bacteriológicas son muy favorables para estas aguas. El autor tiene una *opinión especial* sobre el valor de los análisis químicos y bacteriológicos que considera *no sólo sin importancia sino también superfluos;* pues dice que para opinar sobre la calidad del agua de un embalse «*debe examinarse y estimarse la posibilidad de una infección del agua sobre la base de un estudio exacto y técnico del lugar donde se ha instalado este embalse*». En este sentido dice que deben vigilarse los arroyitos que atraviesan pueblos que arrojan residuos á ellos, que puedan polular el embalse. «Se ha contado, dice, con la autopurificación de estos arroyos antes de su llegada al embalse, pero el higienista no debe confiar sólo en esa purificación y debe tomar muy en consideración esas causas de polución». Considera el agua de los embalses superior á la de los ríos y lagos naturales por la falta de viviendas en las orillas, y de navegación. Pero aún con todas estas precauciones, opina que, como toda agua de superficie, debe considerarse como sospechosa y debe filtrarse antes de destinarla al uso de las poblaciones.

En la discusión á que dieron lugar estos dos *rapports,* todos estuvieron de acuerdo en considerar el agua de los embalses como superior á la de los ríos y lagos naturales, que el agua tiene muy pocos gérmenes debido á un proceso especial de purificación no bien conocido; y que para uso de las poblaciones debe ser filtrada sobre arena.

Más recientemente el profesor Kruse (115), en un largo artículo, trae un estudio del agua del embalse de Barmen, llenado por primera vez en 1901, y estudiando la cantidad de microbios que contenía el agua durante los años 1902 á 1905, resulta que, á la salida del tubo de captación el número de gérmenes ha sido, la más baja de 26 por c.c. y la más alta de 960; término medio no alcanzó á 300 gérmenes por c.c. El número de gérmenes aumenta con las grandes lluvias, y es menor en verano y primavera; aumenta también cuando se extrae agua muy cerca del fondo, sea por la seca ó por exceso en el consumo; y mismo, cuando el agua baja hasta *un sexto* del contenido toma mal olor y mal color; el movimiento del agua produce también un

(114) Fraenkel: «Wasserversorgung mittelst Thalsperren». Deutsch Vierteljahrschrif. off Gesund, 1901.

(115) Profesor Kruse: «Beiträge zur Hygiene des Wassers». Zeitsschrift für Hygiene, 1908.

aumento de bacterias. Por todas estas consideraciones, llega á la conclusión de que, la auto-purificación del agua en los embalses, *que él opina es más activa que en los ríos donde el agua circula constantemente*, es debida al reposo, que debe durar semanas para producir sus benéficos resultados.

Por último, aun el mismo profesor Fraenkel, presentó una comunicación en el Congreso Internacional de Higiene, celebrado en septiembre del año pasado en Berlín (116), sobre esta misma cuestión, en la cual confirma en un todo las buenas condiciones del agua de los embalses. Iguales opiniones fueron emitidas en la discusión de esta interesante comunicación.

Como ejemplo de los peligros que tiene la polución de los arroyos que llevan sus aguas al embalse, puede citarse entre otros casos análogos el de la ciudad de Verviers (117), que en 1899 tuvo una fuerte epidemia de tifoidea, debido á que al arroyo Borchêne que desagua en el embalse, habían llegado materias fecales de un enfermo de tifoidea, y como la ciudad toma el agua de un embalse *sin filtrarla previamente*, la epidemia se declaró en ella. El arroyo causante del mal fué canalizado para desviar sus aguas, definitivamente, del embalse.

De esta detallada transcripción se deduce: que el agua de los embalses es buena, es mejor que la de los ríos y lagos naturales, pero á la condición de que: el embalse sea grande; que el agua no descienda nunca más allá de la *cuarta parte* del volumen total; que sea captada contra el dique de contención, ni muy cerca de la superficie, ni muy cerca del fondo (4 metros), donde ella, como la de las orillas, contiene más microbios; que en la construcción del embalse se despoje el suelo de árboles, plantas, raíces, césped y capa de tierra húmica; que se rodee el embalse de una zona de tierras plantadas de árboles, y en la cual no penetren ni los hombres ni los animales; que las orillas del embalse no sean habitadas; que se prohiba la navegación y la pesca, y hasta las peregrinaciones de turistas; que se haga una *policía sanitaria* en las poblaciones vecinas de los arroyos ó ríos que llevan las aguas al embalse; y por último, que el agua antes de ser distribuída á las poblaciones, debe ser cuidadosamente filtrada sobre arena.

Aplicando estos preceptos á la propuesta del «Canal Zabala», deberían establecerse en la concesión, si fuera aprobada por el Cuerpo

---

(116) FRAENKEL: «Experiences faites des eaux recueillis au moyen de barrage des vallées». Resumen en la «Rev. d'Hygiene». París, Nos, 9 y 10 de 1907.

(117) F. y E.—PUTZEYS.—«Approv. comm.», ya citada.

Legislativo, todas estas obligaciones. Pero será necesario aun más: en el funcionamiento del embalse y en la vigilancia de la zona de protección que lo rodee, *la Municipalidad de Montevideo debe mandar en dueña*, y no dejar esos cuidados á cargo de los contratistas. Y de aquí resulta ya una primera complicación, pues la Municipalidad *debe ser la dueña* de la zona de protección que rodee el embalse, y junto al dique de contención debe hacerse la toma y en su vecindad deben establecerse las instalaciones de purificación, depósitos de agua depurada, los edificios de las máquinas y la salida de las cañerías principales de distribución, ó sean los acueductos que traerán las aguas purificadas á otros depósitos intermediarios, próximos á la Capital, y de los cuales á su vez, deben salir las cañerías secundarias. Habrá también que establecer medidas de prohibición de lavar ropas en el arroyo de San Francisco por parte de los habitantes de la ciudad de Minas, estableciendo en ella lavaderos públicos con desinfección previa de las ropas, para evitar la conducción de gérmenes al agua de embalse.

Todo esto tendría que hacer la Municipalidad; pero nada de esto será posible hacer allí, pues según los proponentes, el agua que ofrecen, no es la del embalse directamente, sinó la del Canal.

Veamos, pues, si es aceptable bajo el punto de vista higiénico esa proposición.

III

El agua del Canal

Hemos visto que el agua del embalse, si está bien construído y bien instalado, *debe ser de calidad superior á la del río Santa Lucía en cualquier punto de su trayecto*, ¿pero conservará esas buenas cualidades en el Canal, á la altura de «La Paz», que es el sitio indicado en la propuesta para entregar al Estado los 60,000 metros cúbicos de agua diarios?

Creemos que no: porque, no solamente el agua no tendrá los buenos caracteres del agua del embalse, sino que será de calidad muy inferior.

Y esto por dos razones fundamentales: 1.º porque el agua del Canal nunca habrá tenido las buenas cualidades del agua del embalse, ni aún siquiera á su salida de él; y 2.º porque en su trayecto se infectará cada vez más á medida que circule.

Nos explicaremos: 1.º El Canal nace en la *orilla* izquierda del embalse y es alimentado con aguas que saldrán del *fondo*. Es decir, según todas las opiniones antes transcritas, el Canal será surtido de

las aguas que son más impuras, que contienen mayor número de gérmenes, cuales son *las de la orilla, y del fondo del embalse.* Por eso hemos dicho que aún desde su nacimiento el Canal no tendrá las aguas puras del embalse. Ya se ha visto, según la unánime opinión de los especialistas alemanes, que la toma de agua en el embalse para el servicio de las poblaciones, debe hacerse contra el muro, en donde es más profunda, ni cerca de la superficie, ni cerca del fondo. 2.º El agua se impurificará cada vez más en su trayecto por el Canal En efecto, habrá que saber que influencia tendrán sobre las aguas los terrenos que atraviese el Canal y qué formarán sus paredes, según su composición geológica. A este respecto estamos poco informados; la Memoria que acompaña la propuesta no habla nada de esto; pero en uno de los planos hemos podido ver indicadas hasta *once* perforaciones, en las cuales las capas atravesadas eran siempre las mismas, cualquiera que fuera la profundidad del sondaje (de 5 á 14 metros), tierra vegetal, arcilla colorada, tosca blanda y tosca dura.

La arcilla colorada, dará *sales de hierro al agua*, en tanta mayor cantidad cuanto más espesa sea la capa de contacto con el agua. Probablemente hay debajo de esa arcilla un *terreno calcáreo* (se acompañan en ese orden de superposición, casi siempre) que puede ser lo que se llama en el plano *tosca blanda*, pues este nombre no presupone sobre su composición mineralógica. Si existiera un terreno calcáreo, el agua tomará una cantidad de *sales de cal*, que pueden hacerla impotable por aumento de su *dureza.*

Habrá que tener en cuenta, además, las infiltraciones que de los terrenos vecinos se pueden producir hacia el Canal, llevando aguas, que siendo de terrenos superficiales, serán cargadas de materia orgánica y de gérmenes, sobre todo en la vecindad de los puertos que se proyectan construir.

Además, el agua del Canal estará pululada por el simple hecho de correr en un canal abierto. Es una cosa admitida en todos los Tratados de Higiene, y sobre la cual no hay necesidad de insistir mucho. Todas las ciudades que conducían sus aguas de consumo por medio de canales abiertos, han tenido que construir nuevos acueductos cerrados, pues el agua se enriquecía al contacto de la atmósfera, en materia orgánica y de consiguiente en microbios. Sirva de ejemplo el agua de Madrid, conducida en acueducto abierto, y que al decir del Dr. Hauser (118), «resulta que las aguas del Lozoya, que en su nacimiento son puras, exentas de materias orgánicas, llegan á Madrid ya mezcladas con substancias orgánicas en descomposición, y en

---

(118) PH. HAUSER.—«Madrid bajo el punto de vista médico-social». Madrid—1902.—pág. 272.

ciertas ocasiones contienen en las fuentes públicas, bacterías de putrefacción procedentes de deyecciones humanas.

Pero aún en el funcionamiento del Canal habrá causas grandes de infecciones profundas. El Canal está destinado á la navegación, y por lo tanto servirá de *cloaca* de la orina y de las materias fecales de los hombres que por él naveguen, ó se estacionen en sus orillas en los puertos, fábricas, etc., y de las mismas excreciones de los animales que pastoreen en sus orillas, que es de prever, serán muy fértiles. Y basta recordar la posibilidad de que, uno de esos navegantes esté afectado de *tifoidea* llamada *ambulatoria*, por la poca intensidad de sus síntomas durante los primeros días, ó que se trate de *convalecientes de fibre tifoidea* que conservan en su intestino por mucho tiempo el bacillus de Eberth, y que por muchos meses también, excretan con sus orinas una enorme cantidad de esos mismos gérmenes patógenos, aún cuando ellos se encuentren en un estado de completa salud que les permite ejecutar toda clase de trabajos, para comprender perfectamente que el agua del Canal será de tan malas condiciones, que no podrá ser considerada como un agua apta para el consumo de una población, por más que se la purifique.

Se dirá, quizás, que se debe contar con la *autopurificación* de las aguas del Canal al igual de las aguas de los ríos. Pero contestaremos que: la *autopurificación* en un canal de 15 metros de ancho y de 2.50 de profundidad, con las aguas revueltas por el limo de su fondo puesto en suspensión por las hélices ó ruedas de los buques que lo surquen, y de muy poco declive, la *autopurificación*, decimos, será muy escasa y nunca llegará á ser suficientemente intensa y completa como para que, en un punto determinado de él, pueda afirmarse que el agua no tendrá una gran cantidad de materia orgánica, y una enorme flora bacteriana, con gérmenes patógenos capaces de provocar una epidemia. Se debe contar con la *autopurificación*, aún en los ríos, hasta cierto punto, nada más; y por eso es que todos los higienistas claman contra las causas de polución de los ríos, y piden á los parlamentos la adopción de medidas que garantan los cursos de aguas superficiales contra esas infecciones, dictando leyes especiales á ese objeto, semejantes á la ya célebre *Rivers Pollution Act*, de 1876 en Inglaterra.

Se dirá todavía, que, á pesar de ser el agua de mala calidad, ella podrá purificarse por la filtración ó la esterilización por el ozono, ó un medio químico. Tampoco puede admitirse esta argumentación, pues ya hemos dicho que en el Canal, el agua puede cambiar su composición química hasta el punto de hacerse impotable, y contra esa nueva composición del agua no pueden nada ni la filtración, ni la esterilización: y aún los procedimientos de corrección no serían de aconsejarse, pues ellos sólo se utilizan cuando *no se tiene otra cosa*

á su disposición. En segundo lugar, la purificación por el filtro de arena, ó mismo la esterilización, poco pueden contra una excesiva riqueza de materia orgánica. Además, la purificación del agua se hace tanto más difícil cuanto más microbios contenga, tanto que se trate del filtro de arena, como de cualquier modo de esterilización, hasta el punto de que todos los higienistas están de acuerdo en admitir que, cuando un agua es muy rica en gérmenes, en el agua filtrada pasan aún una gran cantidad, y hasta pasan los microbios patógenos, pues el máximum de corrección que pueden producir los mejores filtros no pasa de 99.8 por ciento del total de gérmenes que tenía el agua impura.

Por otra parte, resultaría ridículo que se tomaran tantas precauciones higiénicas en la instalación del embalse, y luego fuéramos á tomar el agua del Canal, *más sucia* seguramente que la de cualquiera de los arroyos que llevaban sus aguas al embalse.

Por todas estas razones es opinamos que, *bajo el punto de vista higiénico el agua del Canal será un agua de mala calidad, impropia para ser destinada al aprovisionamiento de la capital, y que ningún medio de epuración le daría las buenas cualidades exigidas para las aguas de alimentación.*

Se podría pensar que, si el agua del Canal no podrá servir para la alimentación, todavía podría ser útil su conducción á Montevideo, para los usos municipales, industriales y los de higiene domiciliaria, exceptuando el uso como bebida. Esto equivale á plantear la cuestión del *doble servicio de aguas: una buena para bebida, y una mala para las prácticas higiénicas.* Esta cuestión está resuelta desde hace mucho tiempo, en el sentido de que en una casa, taller, fábrica, establecimiento público, etc., *no debe entrar más agua que el agua buena para todo, y mismo para la alimentación,* el agua única pero buena, el agua «*bonne à tout faire*», de los franceses. Los peligros que la existencia de una distribución de *agua impura* en el interior de las casas traería, ya han sido tratados y discutidos en muchas asociaciones y congresos; y la opinión unánime actualmente, es que, no debe dejarse al alcance de las personas un agua impura capaz de alterar la salud, pues por imprudencia, por ignorancia ú otras causas, ella podría ser bebida en algún caso. Por otra parte, el *agua mala* no sólo es peligrosa bebiéndola, puede serlo en casi todos los usos domiciliarios, en el lavado de ropas, de alimentos que, como las frutas y ciertas verduras se comen crudas, en el baño, en la limpieza corporal, y en la limpieza de la vajilla, y hasta en la limpieza de los pisos, pues las personas que la manipulan, pueden infectar los alimentos que lleven á su boca, con esas manos infectadas. A estos modos de infección, fuera del agua bebida, deben atribuirse quizás, los casos de tifoidea en las casas que teniendo un agua infectada, la usan para

todas las necesidades domésticas, bebiendo otra agua pura, ó la misma esterilizada por la ebullición prolongada. A esa misma causa se ha atribuído la persistencia de las epidemias de tifoidea á bordo de un buque, á pesar de que cambiaban el agua de bebida, conservando la infectada para los servicios de limpieza. *Nos declaramos, pues, contrarios al doble servicio domiciliario.*

Todavía podría pensarse que, si el agua impura del Canal no debe entrar en las casas ni aún para la higiene corporal y domiciliaria, podría utilizarse en los servicios municipales, como ser riego de calles, plazas y jardines, é irrigación de cloacas, en vez de utilizar el agua purificada que se destina al consumo de la población. Es la única utilización que vemos podría tener el agua del Canal, porque en esos servicios públicos, *fuera de las habitaciones*, no es necesario que el agua tenga tales ó cuales caracteres químicos y bacteriológicos; bastaría con que no tuviera mal olor.

¿Pero vale la pena, económicamente hablando, de pagar cien mil pesos ($ 100,000) al año, y además los gastos de la canalización, y mantenimiento del servicio, para traer de tan lejos un agua para los usos indicados? Fuera de los del riego de jardines, el agua del río-mar que baña nuestra península, podría, tal vez, servir para esos mismos usos, sin tantos gastos de instalaciones, de mantenimiento del servicio, y, quizás, hasta con algunas ventajas.

Como se ve, también consideramos inconveniente el agua del Canal Zabala, para los usos de higiene corporal y domiciliarios, y sería antieconómico utilizarla en los servicios municipales ó públicos, fuera de las habitaciones.

CANTIDAD Y PRECIO

Poco tenemos que agregar respecto de la cantidad, después de lo dicho al tratar del embalse del río Santa Lucía, y de lo dicho también en la primera parte del Informe, relativo á la cantidad de agua disponible en las principales ciudades, y á las necesidades de Montevideo, que podrían ser llenadas perfectamente con 200 litros diarios y por habitante.

Agregaremos sin embargo, que, en una nueva provisión de agua para la ciudad, deben tenerse también en cuenta los pequeños pueblos del departamento de Montevideo, y los de Canelones, más próximos á esta Capital. En efecto: dada la pequeña capacidad financiera de las Municipalidades de esos pueblos, puede asegurarse que jamás podrán costearse un servicio independiente de aguas salubres. Sería, pues, de utilidad suma, inspirándose en la organización de los nuevos servicios intercomunales de Bélgica, que el Estado, al resolver un nuevo servicio de aguas para Montevideo, disponga lo necesario pa-

ra beneficiar á esos pueblos con un medio tan poderoso de salubridad urbana y rural. Si estas ideas que aquí consignamos, tuvieran el honor de ser tenidas en cuenta, habría que calcular el número máximo de habitantes que deberían utilizar el nuevo servicio de aguas, en los dos departamentos, y sobre esta cifra establecer en definitiva la cantidad total que el nuevo servicio debería poner á disposición del Estado.

Por lo que respecto al *precio* que se establece en la propuesta del Canal Zabala para el metro cúbico de agua, no tendríamos por qué ocuparnos de él, después de haber dicho que bajo el punto de vista higiénico y económico, no consideramos conveniente el uso del agua del Canal para proveer á Montevideo. Conviene, sin embargo, tener en cuenta que un nuevo servicio de aguas salubres para Montevideo, debe calcularse sobre la base de que el precio del metro cúbico de agua purificada no debería pasar de *cinco* centésimos, para que el precio del agua en Montevideo se aproximara al de las principales ciudades, que, según se ha visto en la primera parte de este Informe, ninguna llega á la cifra apuntada. Para obtener este ideal, los ingenieros deben calcular el costo de todas las obras necesarias, para la captación, purificación, almacenaje y distribución del agua; y además los gastos del funcionamiento del servicio, los de intereses y de amortización, para deducir el *máximum* de lo que deben pagar por el agua impura.

Llegados al final de este estudio, esta Sección formula las siguientes

Conclusiones

I.—Relativas á la construcción y funcionamiento del «Canal Zabala»:

a) Deberán evitarse los estancamientos de aguas, disponiendo las tierras sacadas de las excavaciones, los terraplenes, los puentes y alcantarillas, de manera que no modifiquen ó impidan el curso de las corrientes de aguas naturales, y faciliten el desagüe de las lluvias ó filtración de los terrenos; tanto durante la construcción, como durante el funcionamiento, en el futuro, del Canal.

b) Además deberá proveerse en todo tiempo al personal empleado, de agua salubre en cantidad suficiente á las necesidades de la alimentación, de la higiene corporal y de sus viviendas.

II.—Relativas al aprovisionamiento de agua á la ciudad de Montevideo:

1.ª Del estudio del actual servicio de aguas corrientes de la ciudad de Montevideo, resulta:

a) Que por su composición química, el agua es de *buena calidad.*
b) Por el promedio mensual y anual del número de bacterias que ha tenido durante los últimos nueve años, y por la falta de gérmenes patógenos constatada durante muchos años, esa agua entra en la categoría de las *aguas puras.*
c) A pesar de estas buenas cualidades, la existencia de causas de poluciones peligrosas en la vecindad del punto de captación, la falta de control científico de las operaciones de purificación, y sobre todo la falta de protección de las aguas del río contra las poluciones de origen humano, y ante la posibilidad de irregularidades en la epuración, esta agua, buena en las condiciones normales, puede en cierto momento *llegar á ser sospechosa, y mismo peligrosa.*
d) El uso de esa agua no tiene ninguna relación de causalidad con el desarrollo de la fiebre tifoidea que, Montevideo al igual del resto de la República, sufre en ciertos meses del año.
e) La *cantidad* de agua de que actualmente puede disponer la Capital, es sumamente exigua, y muy por debajo del *mínimum* establecido por los higienistas; y aún con las instalaciones proyectadas, la cantidad será insuficiente para compensar el futuro crecimiento de la población.
f) Montevideo es la ciudad que paga *más cara* el agua de consumo; y ese precio no podrá ser reducido por la actual Compañía, á un valor tan bajo, como para que, el uso del agua purificada, se extienda en la proporción necesaria, para beneficio de la población.
g) Corresponde, por lo tanto, preocuparse de inmediato de agregar al actual, un mayor aprovisionamiento de agua para la ciudad de Montevideo.

2.ª En la adopción de este nuevo servicio de agua para la Capital, debe tenerse en cuenta que:

a) Actualmente, el clásico dogma de *la fuente pura é inmaculada,* ha sido demostrado como *falso,* por los modernos estudios de la geología, de la hidrología subterránea, de la química y de la bacteriología, demostrando que las fuentes, sobre todo si na-

cen de terrenos calcáreos, son influenciadas fácilmente por las lluvias, y pueden ser poluladas por gérmenes patógenos de origen humano.

b) Enla hora presente, toda agua subterránea debe ser tenida por sospechosa, hasta tanto el estudio de sus múltiples cualidades físicas, químicas, bacteriológicas y geológicas, demuestren que ella es apta, permanentemente, para el consumo de las poblaciones.

c) El problema de abastecimiento de agua de una ciudad no puede resolverse *á priori;* la solución debe estar en relación con las necesidades de la población, y los recursos que la naturaleza pone á su disposición.

a) Según esos elementos de juicio, y algunos otros que, como las razones económicas, deben ser tenidos en cuenta, cada ciudad ha resuelto, ó resuelve de un modo especial, su aprovisionamiento de agua.

e) En nuestro país no son conocidas *fuentes* de aguas salubres de tal capacidad que puedan bastar al consumo de Montevideo; y la falta absoluta de conocimientos sobre la composición geológica de nuestro subsuelo, y de hidrología subterránea, no autoriza á pensar por el momento, en la captación artificial de aguas profundas.

f) Aunque también es imperfecto el conocimiento del régimen hidrográfico superficial de la República, no tenemos á nuestra disposición, por el momento, otro caudal de agua apropiada para uso de la Capital, que el de los ríos.

3.ª Del estudio, del punto de vista higiénico, de la propuesta de suministro de agua para Montevideo, hecha por la Empresa del «Canal Zabala», resulta que:

a) El agua del río Santa Lucía á la altura de la «Picada de Almeida», donde se proyecta construir la represa, por su composición química, por su proximidad á las nacientes del río, y por la escasa población y agricultura de sus orillas, es apta para aprovisionar á la ciudad, una vez que, como toda agua superficial, sea convenientemente depurada.

b) El caudal del río en el paraje indicado es suficiente para ese objeto de aprovisionamiento de la Capital; pero deberá verificarse si con ese caudal, en las épocas de mayor sequía, podrá funcionar por el embalse, el triple servicio á que se destina.

c) Estudios recientes demuestran que, los embalses son un excelente medio de acopio de aguas superficiales, que toman en ellos cualidades superiores á las de los ríos y muchos lagos

naturales, pero á condición de que: el embalse sea grande; que el agua no descienda nunca más allá de la cuarta parte del volumen total; que sea captada contra el dique, ni cerca de la superficie, ni cerca del fondo; que al construir el embalse se despoje el suelo de árboles, plantas, raíces, césped y capa de tierra húmica, se rodee de una zona de protección plantada de árboles, y en la cual no penetren hombres ni animales; que se prohiba en él la pesca y la navegación; y que se establezca una *policía sanitaria*, de las poblaciones vecinas de los arroyos que llevan aguas al embalse. El agua antes de ser distribuída á la población, debe ser científicamente filtrada.

d) El agua del *Canal*, por el contrario, debe ser considerada como *mala é impropia para el consumo de la ciudad, aún después de filtrada*, porque ella proviene del fondo y de la orilla del embalse, y por lo tanto es la más impura; y porque ella se impurificará cada vez más en su curso, por las modificaciones que los terrenos imprimirán en su composición, y por las peligrosas poluciones de origen humano y animal, á que la navegación la expondrá.

e) El agua del Canal, *sin purificar, tampoco deberá ser empleada para los usos de la higiene domiciliaria y corporal, por su mala calidad;* porque el uso del doble servicio domiciliario de agua, una salubre y otra impura, en atención á los peligros que encierra para la salud, es condenado por todos los higienistas modernos, que establecen como principio inviolable, que, dentro de las viviendas no debe haber más que una clase de agua, siempre salubre.

f) El único destino que podría darse al agua del Canal, es el de los servicios municipales y algunos industriales; pero, debe estudiarse si, bajo el punto de vista económico, es conveniente traer tal agua á una ciudad como Montevideo, situada en las orillas de un *río-mar*, cuyas aguas podrían, tal vez, servir para casi todos los servicios municipales.

g) Al establecer un nuevo aprovisionamiento de aguas para la Capital, debería hacerse beneficiar de este servicio, á los pueblos y villas de los departamentos de Montevideo y Canelones. Este nuevo servicio debe calcularse sobre la base de poner á disposición de la población, toda el agua purificada necesaria, á un precio vecino de cinco centésimos el metro cúbico.

Al dar cima á este informe, abrigo la esperanza de haber llenado los deseos del señor Presidente, á quien me es grato presentar las seguridades de mi mayor aprecio.

Jaime H. Oliver.